JEAN GIMPEL

La révolution industrielle du Moyen Age

POINTS

HISTOIRE

La révolution industrielle du Moyen Âge

La révolution industrielle du Moyen Age

Du même auteur

Les Bâtisseurs de cathédrales
Seuil, 1958 ; nouvelle édition, 1980

Contre l'art et les artistes
Seuil, 1968
nouvelle édition augmentée
Éditions universitaires, 1991

L'Ultime Rapport sur le déclin de l'Occident
Olivier Orban, 1985

Le Moyen Age pour quoi faire ?
en collaboration avec Régine Pernoud
et Raymond Delatouche
Stock, 1986

Le Carnet de Villard de Honnecourt
en collaboration avec
Régine Pernoud, Alain Erlande-Brandenbourg
et Roland Bechmann
Stock, 1986

La Fin de l'avenir
Le déclin technologique et la crise de l'Occident
Seuil, « Science ouverte », 1992

Jean Gimpel

La révolution industrielle du Moyen Age

préface de Nicolas Reveyron

Éditions du Seuil

COLLECTION « POINTS HISTOIRE »
FONDÉE PAR MICEL WINOCK
DIRIGÉE PAR RICHARD FIGUIER

La présente édition comporte
une préface inédite de Nicolas Reveyron

ISBN 2-02-054151-3
(ISBN 2-02-004210-X, 1re publication poche)

© Éditions du Seuil, 1975, 2002 pour la préface.

Le code de la propriété intellectuelle interdit les copies ou reproductions destinées à une utilisation collective. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants cause, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

www.seuil.com

Préface

Il faut lire Jean Gimpel !

Au début de ce siècle, à l'aube de notre millénaire, il est toujours aussi nécessaire de lire et relire *La Révolution industrielle du Moyen Age*. Comme le témoin privilégié d'un moment de profond renouvellement dans les sciences humaines. Pour l'exemple d'une attitude intellectuelle libre et féconde. Pour la somme de connaissances qui confinent aux domaines les plus divers. Pour le portrait inattendu d'une époque que nous croyions familière. Pour les anecdotes et les citations, apparitions fugaces d'une réalité perdue. Pour l'art du récit (« une page d'histoire ressemblera toujours plus à une page de narration qu'à une page de physique[1] »). Pour le plaisir, enfin. Et le plaisir est grand.

Certes, on ne trouvera pas dans cet ouvrage une étude exhaustive, une synthèse magistrale (au sens étymologique de l'adjectif) ou une construction intellectuellement séduisante, une belle mécanique de l'esprit, savante et bien huilée, qui tend à épuiser son sujet. Mais on n'aura pas non plus à l'y chercher. Ce n'est pas le propos de l'auteur, ni son projet. Comme Montaigne, Jean Gimpel procède « par sauts et par gambades ». Il explore une réalité foisonnante, laissée trop

1. Paul Veyne, *Comment on écrit l'histoire*, Paris, Le Seuil, « Points Histoire », 1996, p. 211.

longtemps en friche pour être d'emblée transposée en un discours normé et ordonné. La table des matières tient plus de l'inventaire à la Prévert que d'une description raisonnée des sciences et des techniques au Moyen Age : énergies, ressources minières, agriculture, pollution, sociologie du monde du travail, un architecte-ingénieur (Villard de Honnecourt), l'horloge, « l'invention intellectuelle », la période 1300-1450… et un essai historique.

Cette « folâtrerie » donne son charme à l'ouvrage. Mais elle constitue aussi, il faut le souligner, un choix méthodologique et didactique. Œuvre d'un touche-à-tout, d'un dilettante, d'un amateur ? Évidemment non ! L'entreprise est beaucoup plus sérieuse qu'il y paraît de prime abord. Découvrant les dysfonctionnements intellectuels qui ont induit un désintérêt constant pour les techniques et leur histoire, l'auteur s'attache à ramener au jour ce qui fut un des fondements majeurs de notre civilisation occidentale. Il réhabilite, sur le plan intellectuel, une création essentielle de l'Occident, qui prend son essor au Moyen Age pour s'épanouir à notre époque. Il ne se pose pas pour autant en donneur de leçons, en franc-tireur, en revanchard d'une cause perdue, ni même en révolutionnaire, prêt à faire table rase des travaux des prédécesseurs. Non, il œuvre en historien et en pédagogue. Et, partant, il invite ceux qui se satisfont de l'ombre des choses à sortir de la caverne, en plein soleil.

Le mythe de la caverne

Jean Gimpel décrit la révolution industrielle du Moyen Age à travers ses principales données historiques : quantification des phénomènes, chiffrage des productions, sociologie des producteurs, quelques inventions majeures, carnet d'un ingénieur-architecte, évaluation des pollutions et des déboise-

ments... Mais il ne se contente pas de développer régulièrement son sujet, comme le bon élève dont la personnalité s'efface derrière la science qu'il sert. Il se penche sur la face cachée de sa démarche, soupçonnant qu'il n'existe pas de recherche strictement positive, ni de science sans conscience. En effet, dans un deuxième mouvement, parallèle et furtif, il prend en compte, comme un prisme analytique, le regard que les intellectuels ont porté sur le phénomène. Or, ce regard est vide : « Au cours de l'histoire des civilisations, les intellectuels surent rarement apprécier les performances des ingénieurs, travailleurs issus généralement de milieux modestes et obligés de gagner leur vie. Les intellectuels ignorèrent également les écrits rédigés dans ces milieux de techniciens. »

D'emblée, Jean Gimpel associe à sa démarche d'historien une dimension épistémologique, ayant pour point de départ l'attitude des intellectuels, comme une histoire en creux, et pour constante la réception des connaissances par le public contemporain. Cette parallèle épistémologique est aussi discrète que fondamentale, et d'une redoutable pertinence. Son actualisation dans le cours du texte s'avère d'autant plus efficace qu'elle est davantage vécue que théorisée, et comme tissée avec la trame des propos : s'il n'est clairement exprimé que dans le court espace des derniers paragraphes de l'introduction (encore ne l'est-il que sur le mode narratif, hors de tout dogmatisme), le projet épistémologique irrigue en réalité la totalité du discours historique dont il constitue à la fois une ligne directrice, une clef de compréhension et une solide assise pédagogique.

En fin d'introduction, en effet, l'auteur prend acte (il regrette plus qu'il ne dénonce) du désintérêt des intellectuels pour le domaine des techniques. Dans la tradition occidentale, ce désintérêt, qui est culturel, voire sociologique, s'affiche d'abord comme consubstantiel à la qualité de penseur. Une morgue de l'esprit, en quelque sorte. Or, c'est la même infir-

mité qui a frappé aussi ceux dont la curiosité de chercheur aurait dû réintégrer cette production de l'esprit humain dans le champ des connaissances scientifiques : « Quant aux historiens, ayant adopté les préjugés des intellectuels, ils se sont trop rarement penchés sur l'histoire des techniques. » La voie était toute tracée, entre les chemins de l'école buissonnière et le sentier des grands explorateurs : « J'ai tenté de suppléer un peu, pour ma modeste part, à cette carence. » Face aux psychorigidités scientifiques et comportementales induites par la focalisation des esprits, la parcellisation des savoirs et la féodalisation du système, Jean Gimpel ouvre le champ des possibles. Dès lors, la dynamique de l'ouvrage se confond avec la vivacité de ce moment du Moyen Age décrit au chapitre 8, où tout devenait accessible, ce XIIIe siècle européen en pleine effervescence intellectuelle, non seulement dans le domaine des inventions techniques, mais aussi dans celui des cadres conceptuels de la culture. Jusqu'à ce 7 mars 1277, où Étienne Champier, évêque de Paris, condamne les erreurs étudiées dans les écoles et met un terme au mouvement d'émancipation de la pensée.

Par cette attitude, qu'il assume complètement, et joyeusement, Jean Gimpel prend un risque scientifique, très réel, celui d'être voué aux poubelles de l'histoire. Mais les poubelles de l'histoire, justement, l'auteur de *La Révolution industrielle du Moyen Age* les connaît bien. C'est là qu'il a trouvé l'objet de son propos. Par un renversement baudelairien des valeurs – « J'ai pétri de la boue et j'en ai fait de l'or » –, il a découvert dans les rebuts abandonnés par les intellectuels la matière d'une histoire renouvelée. C'est la raison sans doute pour laquelle l'ouvrage présente cette apparence décousue et ces effets de coq-à-l'âne d'un chapitre à l'autre : il s'agit, en réalité, de la mise en scène savamment orchestrée d'un savoir performant, mais d'un « gai savoir » ; Claude Lévi-Strauss a défini l'ethnologie comme

« l'art d'accommoder les restes », Jean Gimpel nous propose un patchwork d'histoire.

Le gai savoir

Il y a dans *La Révolution industrielle du Moyen Age* des pages d'une beauté spontanée qui révèlent la haute sensibilité de l'auteur à la musicalité de la réflexion. Mais en aucun cas Jean Gimpel ne prend la pose : son enfance s'est passée au milieu de chefs-d'œuvre de la peinture. Il ne se trompe pas non plus de genre, ni n'introduit en fraude le plaisir – nécessairement proscrit – dans le Temple de l'Histoire. Non, cette sensibilité constitue l'essence même de sa démarche réflexive : elle associe, apparente et distingue des réalités très diverses suivant des affinités électives qui toujours prennent de court le lecteur, mais se révèlent chaque fois efficientes. Notons que cette irruption du sensible dans le travail intellectuel, cette part de libre choix et de fraîcheur d'esprit, qui, par ailleurs, n'altèrent en rien le sérieux de l'entreprise, n'est pas absente non plus du corpus d'exemples médiévaux fournis par l'ouvrage : c'est le cas pour Villard de Honnecourt, qui choisit telle baie de la cathédrale de Reims à dessiner « parce que je la préférais (p. 121) ». L'introduction à elle seule est une forme accomplie de cet ondoiement de la pensée. Le thème est donné en ouverture : déclin et fragilité de la civilisation occidentale ; puis vient un long développement en contrepoint : la réussite technologique de l'Occident au Moyen Age, ses causes et ses conséquences ; ensuite apparaît le thème renversé : l'invention technique médiévale vue à travers l'ignorance des contemporains, thème annoncé préalablement en quelques touches.

Cette sensibilité trouve un autre champ d'application dans la peinture de l'époque. Jean Gimpel saisit sur le vif la vie

culturelle d'un temps de l'histoire. Comme dans ces toiles inachevées où des visages d'une expressivité raffinée côtoient les linéaments des corps, un meuble parachevé, les tracés générateurs du décor et quelques coups de brosse préfigurant les fonds colorés, il mêle les différents niveaux d'analyse et d'exposition. D'une tendance lourde de l'histoire, il trace les grandes lignes schématiques que d'aucuns trouveront réductrices. Dans le même temps, il croque un détail pertinent, qui donne une vie singulière à une scène ou à un portrait, ou bien il s'arrête sur un personnage. Prenons la figure qu'il peint d'Abélard (p. 162-165). Ce ne sera pas une image convenue, évidemment, puisque, reléguant la mention du *Sic et non* en fin du premier paragraphe, il commence par un peinture impressionniste du philosophe en père, en enseignant et en chercheur : l'extrait de la lettre d'Héloïse présente en contrepoint une compagne d'intellectuel, inquiète que son ami ne soit dévoré par la philosophie, le montrant partagé au milieu des livres et des couches-culottes, et « crucifié par les soucis matériels ». La tendresse qui se dégage de cette évocation, où l'on entr'aperçoit le petit Astrolabe, reste tout à fait dans le ton du XIIe siècle : M. D. Chenu a fait remonter à ce siècle plus délicat qu'on ne le pressentait la redécouverte de l'enfant, avec une tendresse dont on entend l'écho dans les douces visions du cistercien Aelred de Rievaulx sur l'enfance de Jésus[1].

De fait, l'écriture de Jean Gimpel n'est souvent pas très éloignée de cette allure vive de la caméra-stylo de la Nouvelle Vague. L'historien insuffle à son discours cette vivacité du style de l'enquête (quelque chose entre *Pierrot le fou* et *Les 400 Coups*), revenant ainsi à l'étymologie et à l'une des réalités premières de la recherche historique. Sensible à ce

1. Aelred de Rievaulx, *Quand Jésus eut douze ans*, Éditions du Cerf, « Sources chrétiennes », Paris, 1958.

visage le plus charnel de l'histoire, il en retrouve la réalité dans le processus même de transmission de la mémoire qui, au Moyen Age, repose autant sur l'oralité que sur l'écriture. Ainsi l'invention des lunettes (p. 175) offre-t-elle l'occasion de rappeler la généalogie de la transmission, par le dominicain Giordano de Pise, expliquant que « cette découverte est très récente. Moi qui vous parle, j'ai connu l'inventeur et, tous les deux, nous avons causé » ; on mesure aisément ce qui, dans cette remarque de plain-pied avec le quotidien le plus quotidien, a pu séduire l'inspiration humaniste de l'auteur. Ce n'est pas le seul clin d'œil au Moyen Age, ou plutôt, le seul apport médiéval à la poétique de Jean Gimpel. Il faudrait y adjoindre l'humour, qui point discrètement dans le texte ou impose la formulation d'un titre, comme dans le chapitre 7, consacré à « La révolution silencieuse : l'horloge mécanique ». Sans remonter jusqu'à des questions graves comme le rire de Dieu ou la condamnation de la poétique d'Aristote, citons sainte Foy, la vierge de Conques, dont Jean Wirth a montré que son humour, si actif dans le livre de ses miracles, avait aussi une fonction pédagogique [1].

Parapluie et machine à coudre

Le discours de Jean Gimpel s'organise dans un balancement constant d'un pôle majeur de réflexion, les données de l'histoire médiévale, à un pôle mineur de référence, des exemples tirés de l'histoire contemporaine. Dans son déséquilibre dynamique, cette démarche offre à la progression de la pensée une succession de points de comparaison utiles à la clarté de l'exposé et favorable à l'assimilation de faits relevant d'un

1. Jean Wirth, *L'Image médiévale, Naissance et développement*, Paris, Klincksieck, 1989.

temps qui nous reste fondamentalement étranger. Certes, la manière n'est pas canonique. On regrettera le manque de discernement. On criera au procédé. On vilipendera le vulgarisateur, nécessairement simplificateur, et le discours, infrascientifique, naturellement : l'histoire, on le sait, ne « repasse jamais les plats ». Non, l'histoire ne repasse jamais les plats, mais la cuisine de Jean Gimpel se révèle ici pédagogiquement savoureuse. Le lecteur curieux de son temps y goûte des fumets familiers qui « l'interpellent dans son vécu », comme on disait dans les années 1970.

Mieux même, le rythme que la démarche imprime au texte, ce rythme irrégulier qui favorise la surprise et l'intelligence des choses, ouvre le lecteur à des rapprochements spontanés, sur la lancée de ce qui a été déjà explicité : on mesure aisément la dimension pédagogique du procédé. Ainsi, le « Tu trouveras bien plus dans les forêts que dans les livres. Les bois et les pierres t'apprendront plus que n'importe quel maître (p. 164) » que saint Bernard oppose à la révolte rationaliste d'Abélard : à l'aube d'une période de profonds bouleversements [1], le conseil résonne comme une injonction écologiste inquiète qui cherche dans une nature réputée intacte le terme indépassable de l'humanité. Qui ne mettrait pas en parallèle le retour à la terre des années post-1968, position de repli contre une modernité béant sur l'inconnu ? Le culte de la nature, chanté par Giono, qui a suivi la boucherie de 14-18 et opposé la vérité de la terre aux turpitudes des années folles ? Les bergeries d'Honoré d'Urfé et de ses émules, qui tournent le dos aux guerres de religion et à leur cortège d'horreurs et rejettent les angoisses existentialistes du baroque ? Les Géorgiques et les Bucoliques, à la suite des

1. Le XIIe siècle, *Mutations et renouveau dans la première moitié du XIIe siècle*, sous la direction de F. Gaspari, Cahiers du Léopard d'or, 1994.

guerres civiles, remède à la dégénérescence des temps nouveaux et prélude à la reconstruction augustéenne ? Les idylles pastorales de Théocrite, dans le contexte de la mondialisation hellénistique ? Relisons le dernier chapitre, le « bref essai », si riche dans ses perspectives : « Les représentants de la contre-culture française du XIXe siècle, comme ceux de l'Amérique contemporaine, dénoncèrent l'esprit matérialiste de la classe dirigeante et les dangers de la mécanisation et de l'industrialisation. Ils rejetèrent la raison et se tournèrent vers le mysticisme, le passé et, pour certains, vers la drogue. Ils rêvaient du retour à la nature. »

Cette ouverture dans le temps est aussi une ouverture sur le monde. Jean Gimpel ne « tient » pas son sujet, selon les règles canoniques, refusant de s'astreindre et se restreindre à la seule géographie du Moyen Age occidental pour explorer ailleurs des réalités similaires, prenant tantôt le large, tantôt montant sur Sirius. Cela n'enlève rien à la rigueur de sa démonstration ; cela définit un autre genre de démonstration. Il excelle ainsi à jongler entre les sphères de recherches, entre l'objet et ses résonances, entre le tout et le détail, pour mettre en lumière des jeux complexes de relations réciproques – causales autant que pédagogiques – entre les faits, les êtres et les époques. Ce faisant, il suit une attitude intellectuelle déjà théorisée par Pascal, esprit ouvert, penseur curieux de tout, de sciences exactes comme de technique ou de philosophie : « toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates, et toutes s'entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties. »

Cette façon d'appréhender les faits redéfinit complètement les contours géographiques de la période, tels que nous les entendons habituellement. La relation étroite entre la redécou-

verte du Moyen Age et la construction des nations au XIXe siècle a fait la part belle à l'ethnocentrisme : pour un Français, Charlemagne représente la douce France, pour un Allemand, il est un Franc, c'est-à -dire un Germain, un Allemand ; et ce n'est pas sans raison que la figure de l'empereur a été choisie, après guerre, pour donner consistance à l'idée d'Europe. Dans sa présentation de « L'invention intellectuelle », J. Gimpel dessine d'emblée comme théâtre de l'histoire un espace européen marqué par de grandes capitales qui se définissent par leur rayonnement culturel et leur spécificité intellectuelle. Au-delà de l'Europe, ce sont les relations avec le monde musulman : on transpose en latin des traductions arabes de philosophes grecs, on traduit des ouvrages de médecine arabe, et même le Coran, sous l'impulsion de Pierre le Vénérable, abbé de Cluny, qui voulait ainsi rendre le texte accessible à la critique. À une plus grande échelle internationale, encore, ce sont les relations commerciales établies par Amalfi, Gênes, Pise ou Venise, les aventures des Normands ; ce sont les routes de la soie, les répercutions des croisades jusque dans la politique religieuse des empereurs chinois ou les tentatives d'alliance entre Louis IX et les Tatares…

À un tout autre niveau, celui de la poétique et de l'écriture, le même principe de balancement préside à l'élaboration du texte. Dans des juxtapositions volontairement abruptes (images, comparaisons, métaphores surtout…), l'auteur fait se télescoper des réalités familières et des faits médiévaux, fracassant contre ces rapprochements incongrus les impressions tenaces et les fausses certitudes. On croit connaître le Moyen Age. Il ne s'agit que de l'image décalée de nos illusions et de nos désirs. Reconnaissons-le, le résultat, pour reprendre la comparaison des *Chants de Maldoror*, est « beau comme la rencontre fortuite sur une table de dissection d'une machine à coudre et d'un parapluie » : « L'un comme l'autre [citadin et paysan] avaient à leur porte une usine médiévale : le moulin

(p. 9) » ; « En 1140 déjà, on abattait sauvagement la forêt médiévale » (p. 80) ; « [À Cantorbéry, en 1167] une canalisation spéciale apportait l'eau dans un réservoir situé auprès de la chambre du prieur, pour remplir son baquet (p. 91) » ; « Villard est le premier à dessiner une vis combinée à un levier, c'est-à-dire un cric (p. 121) »... En définitive, l'exemple qui illustre le mieux la méthode est le titre lui-même, preuve de la fonction didactique essentielle que lui assigne l'auteur ; si le terme « révolution » n'est pas forcément déplacé, l'adjectif « industriel » relève, dans sa dimension hyperbolique, de la pédagogie (il s'en explique p. 229). C'est que l'identification conceptuelle d'un fait historique, qui relève du travail de l'historien, est inaccessible à l'homme du Moyen Age ; dans ce domaine, la pensée médiévale est avant tout concrète : « Le mot "pollution" n'existe pas encore, mais le langage du Moyen Age est tout aussi expressif (p. 89) ». Ainsi, Jean Gimpel est bien le fils de son époque. Il répond au même besoin de relecture qui, dans les Lettres, a fait moderniser le vieux répertoire et jouer les grands tragiques en costume trois-pièces. Dans les mythologies revisitées par les cinéastes, comme l'*Orphée* de Cocteau (1951) ou l'*Orfeu negro* de Marcel Camus (1959), c'est non seulement un ajustement et une gestuelle contemporaine qui revivifient le texte, mais aussi notre psychologie qui impulse le mouvement des personnages. Par cette échancrure dans un passé sacralisé, nous sommes à même de revivre, à notre échelle et comme par effraction, une transposition de cette catharsis grecque certes décrite par Aristote mais inaccessible en soi.

Jean Gimpel habille les faits médiévaux de vêtements contemporains. C'est là un nouveau trait de sa poétique. Mais cette manière de faire n'est pas une jonglerie, un amusement d'esthète. Elle a connu deux applications dans les faits. D'une part, elle a véritablement fondé un enseignement, comme l'explique le dernier chapitre (« Bref essai sur les cycles des

civilisations »), notamment à propos du séminaire qu'il a dirigé en 1972 à l'École d'architecture de l'université de Southern California (USC) à Los Angeles : les sujets d'exposé qu'il proposait reposaient systématiquement sur des comparaisons entre le Moyen Age et le XXe siècle ; et le projet de *La Révolution industrielle du Moyen Age* n'est-il pas lui-même de rechercher dans des comparaisons avec le passé les causes du déclin actuel de l'Occident ? D'autre part, l'action qu'il a menée dans le cadre de l'ONU est l'aboutissement logique de son travail d'historien. Dans la troisième partie de l'ouvrage collectif *Le Moyen Age pour quoi faire ?* [1], intitulée « Le Moyen Age au service du Tiers Monde », Jean Gimpel explique comment ses connaissances sur les mécanismes de développement médiévaux et sur les machines inventées aux XIIe et XIIIe siècle en Occident ont été très profitables non seulement dans sa compréhension de la situation du Tiers Monde, mais aussi pour l'adaptation des modèles médiévaux à des sociétés et des situations humaines qui sont culturellement étrangères au Moyen Age occidental. Il montre aussi l'utilité de modèles à petite échelle des machines dans la transmission des savoirs, comme cela a pu se pratiquer dans l'Occident antique et médiéval : la démonstration avec des modèles en trois dimensions permet d'éliminer le barrage des langues, de favoriser une compréhension immédiate sans formation technique préalable, de s'adresser à l'analphabète comme à l'homme cultivé, à l'enfant comme à l'adulte. Et l'auteur s'est attaché à faire réaliser des modèles en beaux matériaux, non des maquettes mal bricolées, afin que la beauté de l'objet séduise et suscite le respect et la confiance. Ces modèles sont un résumé de la pensée de Jean Gimpel : exactitude, technicité, histoire, beauté, pédagogie, fantaisie, ouverture sur l'autre.

1. Régine Pernoud, Jean Gimpel, Raymond Delatouche, *Le Moyen Age pour quoi faire ?*, Paris, Stock, 1986.

Mais en habillant le Moyen Age de vêtements contemporains, Jean Gimpel n'a pas innové. Nain juché sur des épaules de géant, pour paraphraser la formule chartraine qu'il a lui-même utilisée avec bonheur, l'auteur a suivi l'exemple de ses devanciers. Dans la sculpture romane d'Auvergne, par exemple, ces gardiens du saint-sépulcre en cotte de maille et casque à nasal, portant lance, épée et bouclier pointu, sont les représentations parfaitement reconnaissables de soldats du XIIe siècle. Le sculpteur, ou plutôt le commanditaire, celui qui a conçu le programme dans sa composition et dans sa dimension pédagogique, a mélangé allègrement deux époques (Ier et XIIe siècles) et trois cultures (juive, romaine et romane) pour donner à cet épisode de la Résurrection, gage du salut de tous et de chacun, l'apparence d'une actualité brûlante. Car comment ne pas voir dans l'endormissement des soldats une humiliation vengeresse de cette soldatesque dont l'Église commence à peine à endiguer les violences ? L'hypothèse d'une naïveté native de l'art roman a fait long feu : il s'est bien agi de susciter cette empathie par l'image, susceptible de marquer les esprits et de convaincre les récalcitrants. Soulignons ici le développement exceptionnel qu'a connu cette didactique de l'empathie. À l'inverse, en effet, dans les programmes iconographiques antiquisants du sud-est de la France, comme les portails de Saint-Trophime d'Arles ou de Saint-Gilles du Gard, la démarche a subi un renversement complet : les personnages de l'histoire sainte, vêtus de toges et de tuniques, ont recouvré leur allure antique. À l'opposé de l'inculturation caractéristique de la sculpture romane, les commanditaires ont opté pour une vérité de l'histoire ; mais ils ont créé, ce faisant, une distanciation par rapport au récit et, partant, ils ont ouvert la porte à une prise de conscience humaniste. Troublant va-et-vient entre le passé vécu – nous ne sommes pas loin de *notre* Moyen Age – et un passé aux couleurs d'exotisme (« Le Moyen Age, pour quoi faire ? ») qui a

séduit et bousculé tout autant l'homme du XIIe siècle que le lecteur de *La Révolution industrielle du Moyen Age*.

Les deux éducations

« Dans notre civilisation occidentale, deux systèmes d'éducation : celui des arts mécaniques et celui des arts libéraux forment respectivement deux types d'hommes : les ingénieurs et les littéraires. » La rupture est radicale. Elle creuse une frontière infranchissable. On imagine mal, aujourd'hui, le déterminisme brutal des éducations sociologiquement prédéfinies qui ont été de règle au XIXe siècle, voire encore au XXe. Pour Jean Gimpel, l'approche épistémologique du sujet est décidément fondatrice de sa démarche ; mais, il faut le souligner, la question, posée en termes d'actualité, puisqu'elle sous-tend le projet de l'ouvrage, interfère régulièrement dans le discours, puisqu'elle intéresse aussi le Moyen Age et, d'une façon plus générale, la civilisation occidentale.

L'origine d'une méconnaissance, laisse-t-il entendre, ne réside pas nécessairement dans l'objet de la connaissance, mais peut aussi être consubstantielle au sujet connaissant : un historien ne chercherait pas le technique, s'il ne l'avait trouvé. De la même façon qu'un fait de civilisation, comme l'invention technique, n'est pas nécessairement irréductible à un phénomène culturel réputé d'un autre ordre, comme l'éducation. Ainsi conduit-il sans prévention le lecteur dans les arcanes asymétriques des causes et des conséquences, jusqu'à une origine, qui est aussi un effet : l'éducation. Posée comme source et corollaire d'une ignorance, l'éducation passe du statut de légitimité sociologique à celui d'objet d'étude : la cause efficiente d'un désintérêt programmé (même simplifié, ce schéma sinueux et multipolaire d'une monstruosité culturelle renvoie à la fluidité, à la musicalité décrite plus haut de la pensée de

l'auteur). Ce n'est pas l'Éducation, bien sûr, qui est en cause, mais une certaine orientation prise par l'éducation, l'éducation comme acquisition de signes d'appartenance et de rejet, l'éducation comme lieu de conflit dans des savoirs bâtis comme des forteresses. Un élitisme de l'exclusion, à l'opposé de l'« élitisme pour tous » de 68, qui est une forme d'humanisme. Or, si Dieu jamais n'est fait que de nos manques, l'élitisme, lui, n'est fort que de nos ignorances. La déclinaison brevetée de son identité cherche à voiler impudiquement les carences de savoir. « Je suis » pallie « je sais ».

Toutefois, l'étude historique des techniques doit affronter aussi un autre divorce, plus délicat à circonscrire, parce qu'il repose non sur une attitude, mais sur l'organisation même de l'esprit humain : la rupture du technique et du scientifique. Il est tout aussi dommageable à la recherche. Dans son ouvrage sur « l'intelligence technique du XVIe au XVIIIe siècle », Hélène Vérin a défini clairement les termes du problème : « A. Koyré, dans son souci de séparer la nécessité scientifique de la contamination des utilités techniques, s'est illustré dans la dénégation de toute influence de ces dernières sur les problèmes scientifiques. S'il y a indéniablement rupture, quant à la démarche adoptée, il n'en demeure pas moins vrai que Galilée affirme que la fréquentation de l'arsenal de Venise l'a conduit à certaines de ses recherches[1]. » Cette opposition culturelle entre le théorique et le pratique ne date pas des temps modernes. Elle s'est posée au Moyen Age, déjà, en terme d'expérimentation, comme le montrent les cas de Pierre de Maricourt et Roger Bacon abordés par Jean Gimpel. En effet, l'auteur le rappelle dans le chapitre consacré à l'invention intellectuelle, ce dernier stipule, à la suite de son maître Jean Grossetête, que « raisonner nous amène à tirer une

1. Hélène Vérin, *La Gloire des ingénieurs, l'intelligence technique du XVIe au XVIIIe siècle*, Paris, Albin Michel, 1993, p. 46.

conclusion que nous tenons pour certaine, mais raisonner ne retire pas le doute, et l'esprit ne reposera dans la lumière que s'il l'acquiert par la voie de l'expérience ».

De fait, plus encore qu'une vérification de la théorie, l'expérimentation relève d'une euristique qui engage toute une personnalité et la révèle. Le chercheur y est totalement engagé, comme homme s'entend, puisqu'il s'y dévoile aussi : il est plus rassurant d'habiller son discours du langage convenu et d'endosser l'uniforme du groupe (Rabelais et Molière en ont fait des gorges chaudes). C'est Pascal, par exemple, utilisant dans sa démonstration, non la terminologie scientifique de rigueur, neutre par nécessité, mais des mots très concrets, et fortement connotés pour le XVIIe siècle, comme « écuelle » pour récipient ou « vessie de pourceau » pour ballon[1] : on comprend ce que sa réflexion doit à l'expérience de l'enfance et au goût du concret. Consécutivement, on imagine aisément ce qu'il faut d'ouverture d'esprit et d'absence d'*a priori* pour afficher une naïveté langagière qui est le fait d'un esprit libre et curieux de tout. Attitude inimaginable dans ce Moyen Age où la théologie, nourrie de relations typologiques entre l'Ancien et le Nouveau Testament, et la scolastique, marquée par la méthode aristotélicienne, ne reconnaissent que la déduction intellectuelle.

À l'élitisme stérile de son époque, ou plutôt de toutes les époques, Jean Gimpel oppose donc un esprit humaniste, largement ouvert sur les problèmes de son temps – un historien peut-il s'abstraire de ce qui est sa vie de citoyen ? – et ceux du passé qu'il étudie. Il ne s'agit évidemment pas de polluer la réflexion historique par des considérations étrangères au sujet. Non, cette manière de faire, qui est avant tout une attitude

1. Traité de la pesanteur de la masse d'air, chapitre VI. Voir Michel Le Guern, *L'Image dans l'œuvre de Pascal*, Paris, Armand Colin, 1969.

mentale, permet d'éviter la relégation dans un milieu clos, fermé sur soi, qui protège autant le chercheur qu'il nuit à l'ouverture de sa recherche. Son ouvrage procède d'une vision universaliste de l'histoire. Universaliste, parce que, en dernier lieu, son objet, c'est l'homme, l'homme dans la société. Universaliste aussi, parce que sa pédagogie est éminemment respectueuse de l'autre, puisqu'elle fait de l'élève le découvreur des choses, non le simple assimilateur : on y reconnaît la maïeutique chère à Socrate, forme conviviale s'il en est de l'enseignement.

Portrait de l'auteur en humaniste

D'une certaine façon, pour ce qui est du Moyen Age, les deux divorces se rejoignent dans la même défiance vis-à-vis de la pratique. Ils se rejoignent aussi dans une même défiance vis-à-vis des praticiens, mécaniciens, manuels, inventeurs, industriels avant la lettre... L'enjeu était de taille, puisque l'attirance exercée par les arts mécaniques sur un public toujours plus large provenait, justement, des possibilités de réussite matérielle, d'expansion, d'enrichissement qu'ils autorisaient dans une civilisation en pleine mutation, ce mouvement même que nous décrit *La Révolution industrielle au Moyen Age*. C'étaient bien les fondements mêmes de la société qui étaient en jeu, d'une société qui, reposant sur les trois ordres – ceux qui prient, ceux qui se battent, ceux qui travaillent –, n'offrait aucune place sociale, ni même mentale à ceux qui produisent et commercent. Guy H. Allard a proposé une synthèse très éclairante sur la façon que les penseurs du Moyen Age avaient de considérer les arts mécaniques[1]. Reprenant les

1. Guy H. Allard, « Les arts mécaniques aux yeux de l'idéologie médiévale », *Les Arts mécaniques au Moyen Age*, Cahiers d'études médiévales, n° 7, Montréal-Paris, 1982, p. 13-31.

condamnations des siècles antérieurs, les XIIe-XIIIe siècles ont jugé comme incompatible avec la qualité même d'intellectuel toute activité dans le domaine des « arts mécaniques », ces *artes mechanicae* qui, suivant une tradition héritée de Platon, étaient regardés comme un « adultère de l'âme ».

Le mot est fort et laisse entendre plus qu'il ne veut bien signifier. On y devine, en filigrane, quelque chose qui aurait trait à une attitude sociale, à une sorte de mépris de l'intellectuel envers les « manuels », thème connu, et déjà reconnu par l'auteur. C'est ce que veut faire comprendre Jean Gimpel dans la citation qu'il donne d'un texte de Léonard de Vinci : « Parce que je ne suis pas lettré, certains présomptueux prétendent avoir lieu de me blâmer, en alléguant que je ne suis pas un humaniste [...] Ils vont gonflés et pompeux, vêtus et parés non de leurs travaux, mais de ceux d'autrui, et ils me contestent les miens, moi inventeur, et si supérieur à eux, trompetteurs et déclamateurs, récitateurs des œuvres d'autrui et autrement méprisables » (p. 138). Ce que Joachim du Bellay traduira plus tard par « Marcher d'un grave pas et d'un grave sourci,/Et d'un grave souris à chacun faire fête,/Balancer tous ses mots, répondre de la tête,/Avec un Messer no, ou bien un Messer si [...] ». Le rapport entre les deux textes ? Le rapport, c'est l'image. Non pas les connaissances, ni l'appétit de recherche, ni même, après tout, le statut, mais bien l'image que l'intellectuel construit de lui-même et offre à la société, image qui lui sert de cuirasse et d'identité. La vision des *artes mechanicae* comme adultère de l'âme appartient aussi au domaine de l'image, de l'image plagiaire : sans entrer dans la complexité de la pensée médiévale, soulignons simplement que la notion d'adultère renvoie à celle de tromperie, tromperie des formes artificielles qui imitent ce qui a été créé naturellement, tromperie intellectuelle aussi, par imitation des arts libéraux. On songe rétrospectivement aux pages que Guy Debord, le contempteur de la société du spectacle, aurait pu écrire sur le Moyen Age.

Les deux extraits montrent aussi le rôle que joue le savoir dominant du moment – ici les sciences humaines, à l'époque romane la théologie (*philosophia theologiae ancilla*), la scolastique jusqu'à la Renaissance – dans la médiatisation des intellectuels, la construction d'une personnalité sociale et le développement de nouveaux savoirs. L'histoire de l'Occident s'est en effet construite aussi dans ces guerres de légitimité sapientiale entre des bastions de pouvoirs et des courants révolutionnaires, comme l'a été la lutte entre le théologien mystique et le logicien, saint Bernard contre Abélard ; ce n'est pas un hasard si l'auteur s'est attardé assez longuement sur ce dernier, personnage haut en couleur, « considéré, à juste titre, comme le premier intellectuel européen [...] toujours du côté de l'opposition, toujours prêt à démolir des idées, toujours prêt à critiquer les traditions sociales et intellectuelles » (p. 164). Dans le domaine des pratiques spécialisées, et pour en revenir aux temps modernes, Philibert de l'Orme, par exemple, a imposé en France, contre les vieux maîtres d'œuvre, l'image de l'architecte de la Renaissance[1] ; au XVIIIe siècle, les ingénieurs qui sont, depuis l'invention du corps des ingénieurs militaires sous Philippe Auguste, des techniciens de l'excellence s'imposent à leur tour contre les architectes, les intellectuels de l'art de bâtir, dans la construction des ouvrages d'art qui requièrent leur savoir scientifique et leur pratique positiviste : la tour Eiffel, vers la fin du XIXe siècle, sera l'image en fer de la réussite d'une architecture scientifique. De fait, on l'a compris, il s'agit chaque fois de défendre un pouvoir économique, à préserver ou à conquérir.

En ce qui concerne l'histoire médiévale, qui nous intéresse ici au premier chef, c'est le vieux conflit entre les historiens et les archéologues, qui reprend exactement le schéma d'opposi-

1. Philippe Potié, Philibert de l'Orme. *Figures de la pensée constructive*, Marseille, Éditions Parenthèses, 1996.

tion décrit pour le Moyen Age ; or, Jean Gimpel est aussi un homme de terrain qui, comme le néo-platonicien Jean Bessarion au concile de Florence en 1439, étudie *in vivo* les réalités humaines de son temps, p. 225-226. On y retrouve les mêmes luttes pour la définition d'un territoire (un texte gravé sur un bloc relève-t-il de l'une ou de l'autre science ?), la même inquiétude devant une innovation impossible à maîtriser, le même appel à l'argument de tradition, argument ultime, le même mépris de l'intellectuel de cabinet pour l'homme de terrain, en définitive le même instinct de conservation pour un pouvoir, intellectuel celui-là. Vers le milieu du XIXe siècle, devant les efforts déployés par les archéologues pour dater et caractériser les édifices médiévaux d'après le bâti lui-même, à défaut de textes, J. Quicherat, en dressant ce portrait-charge, dénie *a priori* toute valeur aux méthodes et critères mis en œuvre par ceux qui interrogent les techniques pour en faire un objet d'histoire : « Dans l'espèce particulière qui nous occupe, la nature des moyens employés par les architectes romains diffèrent-ils assez de la nature des moyens employés par les architectes romans, pour que ce soit là ce qui distingue leurs ouvrages respectifs au point d'en faire les produits de deux architectures à part ? On le croirait à voir les efforts de tous les archéologues pour caractériser les constructions romanes par leur appareil, par leur ornementation. Ils énumèrent les façons données aux pierres, mesurent leurs faces, dissertent sur les mortiers qui les relient[1]. »

Sur le plan épistémologique, qui éclaire crûment le projet de Jean Gimpel, il était essentiel de rappeler ces données qui trouvent des prémisses évidentes dans le Moyen Age décrit par l'ouvrage. En effet, aujourd'hui que la république des lettres rassemble les chercheurs dans un dialogue permanent,

1. J. Quicherat, « De l'architecture romane », *Revue archéologique*, 1851, p. 145-158.

que les collaborations croisées estompent les frontières dogmatiques, que les mondes de la création, de l'invention, de la fabrication et de la recherche pure mêlent leurs expériences, on peine à imaginer qu'il ait pu se trouver naguère des esprits assez ignorants pour écrire « histoire » avec une grosse majuscule, archéologie avec un tout petit « a » et « technologie » sans « h », ni « e » final. Face à toutes les caricatures d'un « adultère de l'histoire », Jean Gimpel, qui est d'abord un homme et à qui rien de ce qui est humain n'est étranger, a été un de ces pionniers qui ont aboli les limites, quand elles stérilisaient la pensée, et laissé crouler les tours d'ivoire. Or, cette ouverture d'esprit, c'est bien la signature même d'une attitude humaniste dans la vie scientifique, dans la vie tout court.

Technique, technologie et savoir-faire

Le Moyen Age portait-il un regard plus tolérant sur ses « techniciens » que l'époque moderne ? On peut en douter, à lire la description que, au XIIe siècle, Richard de Saint-Victor a faite des rapports entre les « arts mécaniques » considérés comme savoir et les « arts mécaniques » considérés comme pratique : « Il faut savoir que c'est par l'aspect de la connaissance que la mécanique fait partie de la philosophie et non par sa pratique. Par exemple : la science de l'agriculture appartient à la philosophie, sa pratique au paysan[1]. » L'étroite association de la pratique et du praticien et, qui plus est, le choix du paysan comme exemple montrent assez que la pensée sur les sciences s'interprète aussi en terme de hiérarchie sociale. Un texte anonyme du XIIe siècle, cité par Guy H. Allard[1] à

1. Serge Lusignan, « Les arts mécaniques dans le speculum doctrinale de Vincent de Beauvais », *Les arts mécaniques au Moyen Age*, Cahiers d'études médiévales, n° 7, Montréal-Paris, 1982, p. 40.
2. Guy H. Allard, *op. cit.*, p. 23.

propos du caractère adultère des *artes mechanicae*, propose une analyse beaucoup plus explicite : « On les dit adultérins soit parce qu'ils imitent les arts libéraux, soit parce que ce sont les étudiants les moins doués ou les plus dégradés qui s'y adonnent, soit parce qu'enfin ce sont des roturiers ou même des gens adultères qui s'y réfugient. » On retrouve heureusement, mais rarement, des palinodies maladroites qui révèlent des prises de conscience tardives, parfois au contraire des réhabilitations vigoureuses. Dans ces conditions, on ne s'étonnera pas de voir citer dans le dossier à décharge un texte de Roger Bacon : « Pour ma part, j'ai appris beaucoup plus de choses utiles chez les personnes de condition modeste, dont on ignore jusqu'au nom dans les universités, que chez tous les docteurs les plus fameux[1]. » Car, on l'a vu, ce qui importe pour ce penseur du XIIIe siècle, c'est d'abord l'expérience, et cette expérience ne se rencontre que chez les hommes de terrain, non dans les cabinets des penseurs. Au temps des Lumières, encore, Fontenelle devait dénoncer les carences des raisonnements fondés sur le seul savoir livresque, qui, comme dans la scolastique dégénérée dénoncée par Rabelais, se limitent à la pensée déductive et font abstraction du réel au seul profit de la « raison raisonnante », de la Tradition et de l'Autorité : « De grands physiciens ont fort bien trouvé pourquoi les lieux souterrains sont chauds en hiver et froids en été. De plus grands physiciens ont trouvé depuis peu que cela n'était pas (1re dissertation, IV). »

Au Moyen Age, la construction, reconnue comme un des arts mécaniques, échappe peut-être à cette dérive du rejet des praticiens et de la défiance envers la technologie. Et pour cause : les résultats matériels, qui font partie intégrante de la vie quotidienne, qui participent à la fois du technique et de l'art, qui sont pleinement intégrés à la vie sociale dans leur

1. Cité par Hélène Vérin, *op. cit.*, p. 47.

rôle d'exaltation du commanditaire, affirmaient quotidiennement la validité des pratiques et la compétence des hommes de l'art. On comprend aisément que Jean Gimpel ait aussi rédigé un ouvrage sur « Les bâtisseurs des cathédrales ». Il est remarquable que des clercs du Moyen Age se soient intéressés de près aux qualités techniques des constructions. Par exemple, dans le livre composé au XIIe siècle sur « Les merveilles de Rome[1] », sorte de Guide Bleu de l'époque romane, l'auteur signale avec une grande admiration les techniques de construction mises en œuvre : à propos du « tombeau de César », devant l'extraordinaire finesse avec laquelle tous les blocs ont été joints ensemble, il se demande si le monument est fait d'un seul bloc, prouesse technique inimaginable, ou, dans le cas contraire, comment on est parvenu à rendre les joints totalement invisibles, autre prouesse technique. Dans leurs commentaires, parfois, des lettrés soulignent même le soin apporté au simple ouvrage de maçonnerie : l'humble travail des maçons participe à la beauté de l'édifice et à l'esthétique monumentale. Ainsi, à la même époque, le Guide du pèlerin de Saint-Jacques de Compostelle célèbre cette qualité-là de la construction dans sa description de la vaste basilique, précisant qu'on n'y observe nulle fissure, nulle altération, parce que l'ouvrage a été merveilleusement réalisé[2]. On possède même en contre-exemple une caricature du « nouvel architecte » qui, au XIIIe siècle, a quitté le terrain pour jouer dans la cour des grands : les hauts commanditaires et les intellectuels. Il s'agit du texte bien connu du sermonnaire Nicolas de Biard dénonçant en 1261 le maître des grands programmes architecturaux, absent du chantier, qui « ordonne seulement par la parole et n'y met que rarement ou n'y met jamais la

1. *De mirabilibus Urbis Romae*, texte cité par E. De Bruyne, *Études d'esthétique médiévale*. Paris, Albin Michel, 1998, vol. 2, p. 75.

2. J. Vielliard, *Le Guide du pèlerin de Saint-Jacques de Compostelle*, Mâcon, 1969, p. 90-92.

main, et cependant il reçoit des salaires plus considérables que les autres. Les maîtres maçons, ayant en main la baguette et les gants, disent aux autres : Par ci me le taille, et ils ne travaillent point et cependant ils reçoivent une plus grande récompense ».

La citation de Richard de Saint-Victor suggère implicitement l'inquiétude des intellectuels du Moyen Age devant une catégorie sociale possédant un savoir réel, les techniques, auquel ils n'ont eux-mêmes aucun accès. C'est sans doute la raison pour laquelle le philosophe victorin établit le distinguo entre la science technique, acceptable, et le praticien lui-même, auquel on dénie la qualité de « savant », objet d'un ostracisme. Ce distinguo autorise évidemment toutes les récupérations. Dans un contre-mouvement de réhabilitation, la tentation était grande de mener l'opération inverse. En effet, du temps où Jean Gimpel menait ses propres expériences, il y eut une réaction vive contre ce mépris de la pratique et des praticiens. Avec cette vigueur et cette candeur qui ont caractérisé les années 1970, on a cherché à mettre en évidence, et en avant, la matérialité de la civilisation, une culture matérielle, opposée à la culture savante, la culture des intellectuels, qui a reçu aussi la dénomination de « culture bourgeoise ». La réaction était saine et bien venue, parce qu'elle permettait de renverser les tendances fondamentales d'une attitude stérilisante conduisant dans une impasse, d'attirer l'attention sur ce qui n'apparaissait que trop rarement comme objet de recherche et de revaloriser un domaine entier de la civilisation occidentale qui était aussi, on l'a vu, un de ses fondements majeurs ; car entre les penseurs, qui ignoraient tout de la technique (l'intellectuel ne savait pas changer une ampoule, ni remplacer le tuyau de gaz), et les techniciens, qui ignoraient tout de leur qualité d'intellectuel, l'incompréhension était totale.

Mais les enthousiasmes des néophytes entraînent toujours, dans leurs excès juvéniles, des débordements qui finissent par

envahir le champ du discours et saper les fondements mêmes de l'entreprise. Magnifier une culture matérielle revenait, par contrecoup, à légitimer une culture purement intellectuelle et désincarnée. On voit le danger, celui dans lequel est tombé Lyssenko qui, sous Staline et avec sa bénédiction, avait bâti, contre une biologie bourgeoise, une biologie prolétarienne spécifique et, bien sûr, révolutionnaire. Non, il n'y a pas de culture matérielle, pas plus qu'il n'y a de culture intellectuelle. La culture est une et unique. Que chaque métier possède une dimension culturelle – on parle de savoir-faire et de tradition – est une évidence ; notre époque a découvert ainsi, récemment, la réalité de ce qu'on appelle une « culture d'entreprise » : des échecs retentissants dans des fusions d'entreprises – parfois même des méga-fusions à l'échelle mondiale – montrent assez que le concept n'est pas un vain mot. Mais ces cultures techniques ne diffèrent essentiellement en rien de la culture artistique ou intellectuelle ; toutes procèdent d'une même réalité : l'homme en société. Ce n'est peut-être pas sans raison que l'on doit à un anthropologue la vision la plus claire des rapports entre culture et technique : s'inspirant des réflexions de Claude Lévy-Strauss sur l'articulation du langage et de la culture, François Sigaut pose comme principe que « la technique est à la fois produit, partie et condition de la culture[1] ».

La descendance

Au début du XXe siècle, les travaux de chercheurs germanophones ont amorcé un mouvement qui a occupé tout le siècle,

1. François Sigaut, « Revenir à une géographie des techniques », *Dans le sillage des techniques. Hommage à Robert Creswell*, sous la dir. de J. L. Jamard, A. Montigny, F. R. Picon, Paris, L'Harmattan, 1999, p. 513.

mais de façon très contrastée suivant les lieux et les moments. Des chercheurs anglais et italiens ont repris la problématique après guerre. Pour ce qui est de la France, il faut citer bien sûr Bertrand Gille qui a publié en 1978 cette *Histoire des techniques* que tout le monde connaît (Paris, Gallimard, 1978). C'est lui encore qui avait lancé dans les années 1950 la revue *Techniques et Civilisations*, à laquelle a collaboré Jean Gimpel ; signe des temps, son faible lectorat ne lui a pas assuré une longue vie. Dans les années 1980-1990, les historiens des textes ont profondément renouvelé la question, dans une approche épistémologique, celle justement qui était à l'origine du projet de Jean Gimpel. En 1982, l'Institut d'études médiévales de Montréal abordait la question dans le septième volume de ses *Cahiers d'études médiévales* intitulé « Les arts mécaniques au Moyen Age » (Montréal, Paris, 1982) et consacré à l'attitude des intellectuels du Moyen Age, mais aussi des praticiens face aux techniques ; un historien de l'art, spécialiste de l'architecture gothique tardive, participait aux travaux. Tout récemment, à la fin du siècle dernier, le numéro d'automne 2000 de *Médiévales* réactualisait la problématique en proposant une série d'études sur « Techniques : les paris de l'innovation », abordant les faits médiévaux à la lumière des problèmes contemporains. Il est significatif que ce sujet ait été traité par des archéologues environ quatre ans auparavant, au colloque de Dijon d'octobre 1996, « L'innovation technique au Moyen Age » (Paris, 1998), qui renouvelait la problématique en tentant d'évaluer le rôle concret de l'invention technologique dans un processus de développement. On entrevoit ce que ces prises de position doivent à l'actualité, notamment la mondialisation.

Dans le domaine strictement limité à l'histoire des techniques, Jean Gimpel n'est donc pas véritablement un précurseur. Mais peu importe d'ailleurs sa position dans le peloton des historiens : lui-même aurait refusé de sacrifier à cette

« idole des origines » dénoncée par Marc Bloch. En revanche, l'originalité de ses ouvertures – l'industrialisation médiévale – et de sa démarche – réflexive et didactique – en fait un défricheur, un découvreur dont la descendance se mesure plus dans la vague de fond qu'il a créée que dans les héritiers qui s'en réclament ouvertement. Son originalité a ouvert des voies prometteuses, soit qu'elle offrait des perspectives jamais entrevues, en mêlant des objets dont l'habitude intellectuelle ignorait les possibilités de corrélation [1], soit qu'elle ouvrait des horizons nouveaux en désacralisant des sujets ou des points de vue. Cette désacralisation est entrée doucement dans les mœurs, accompagnant naturellement l'ouverture de notre société sur le monde. On s'est d'abord intéressé à la mort, à l'amour, à la pudeur bien sûr, au corps des femmes [2], etc. Puis les regards se sont tournés vers la technologie : aujourd'hui, par exemple, les tissus ne sont plus seulement affaire de « bonnes femmes [3] » et la pollution quitte la scène médiatique pour l'histoire, ou plutôt place l'histoire vivante sous les feux de la rampe [4]. Dans ce cas précis, les enjeux sont considérables, puisque aujourd'hui, dans les conférences mondiales sur le réchauffement de la planète, le Tiers-Monde tire parti de l'histoire occidentale de la pollution pour réclamer le droit au développement, même polluant.

1. On pense, par exemple, aux travaux de Roland Bechmann (Les Racines des cathédrales, Des arbres et des hommes ou bien Villard de Honnecourt, La pensée technique au XIIIe siècle et sa communication) qui offrent un large éclairage sur la technique médiévale, considérée dans ses rapports avec le milieu naturel, l'organisation sociale ou la transmission du savoir, toutes questions – et sensibilités – actuelles.

2. Philippe Perrot, *Le Corps féminin. Le travail des apparences*, Paris, Le Seuil, « Points Histoire », 1991.

3. D. Cardon, *La Draperie au Moyen Âge*, Paris, CNRS, 1999.

4. Jean-Pierre Leguay, *La Pollution au Moyen Age*, Paris, Éditions Jean-Paul Gisserot, 1999.

Or – c'est là sans doute l'héritage le plus stimulant de Jean Gimpel – l'intérêt pour l'histoire des techniques appelle naturellement des collaborations de toutes sortes, à l'instar de ces « archéologues industriels qui sont des hommes d'une espèce rare – des ingénieurs qui connaissent et les industries de pointe et les industries traditionnelles[1] », auxquels il fait appel pour son activité dans le Tiers Monde. En effet, comment parler de la technologie sans faire appel à des anthropologues (il faut citer ici bien sûr les noms d'André Leroy-Gourhan[2] et de Robert Creswell[3]), des ingénieurs, des archéologues, des techniciens, des iconographes, des spécialistes des « sciences dures », des hommes de métiers *et alii* ? Loin de toute préoccupation de hiérarchisation des savoirs et des pratiques, la recherche redevient ce forum vivant qui, à l'image d'Internet, offre la parole à tous dans les débats les plus fructueux. Dans un souci d'organiser les champs de recherche, d'identifier les spécialités et de hiérarchiser les domaines d'étude, on parlait autrefois de l'Histoire et des sciences auxiliaires de l'Histoire. Il s'agit aujourd'hui de faire se rencontrer des individus. C'est une conséquence sans doute de ce regain humaniste qui marque notre époque. C'est aussi, et surtout, le reflet de l'évolution même des approches scientifiques qui ne peuvent se contenter d'organiser des champs clos et des prés carrés, des définitions univoques et une vision monolithique des choses. La réalité est protéiforme. Elle exige aujourd'hui des grilles de lecture nouvelles et des instruments d'analyse que nous

1. *Le Moyen Age pour quoi faire ?*, *op. cit.*, p. 231.

2. André Leroy-Gourhan, *Évolution et Technique. I L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel, 1943 ; *Évolution et technique. II Milieu et techniques*, Paris, Albin Michel, 1945.

3. Voir, par exemple, Robert Creswell, *Prométhée ou Pandore ? Propos de technologie culturelle*, Paris, éditeur ?1996. Pour un état de la question, voir par exemple l'ouvrage collectif : Dans le sillage des techniques. Hommage à Robert Creswell, sous la dir. de J. L. Jamard, A. Montigny, F. R. Picon, Paris, L'Harmattan, 1999.

fournissent les nouvelles technologies : interface, échange, déconstruction, multipolarité, virtualité, identité plurielle… Tout récemment, Alain Guerreau recommandait vigoureusement à la médiévistique de s'ouvrir à la philologie latine, à la statistique linguistique, à l'archéologie, aux outils conceptuels de l'anthropologie et de l'ethnologie[1]… Un programme à la Prévert, en quelque sorte, comme le sommaire de cet ouvrage.

Nicolas Reveyron
février 2002

1. Alain Guerreau, *L'Avenir d'un passé incertain. Quelle histoire du Moyen Age au XXIe siècle ?*, Paris, Le Seuil, 2001.

Introduction

La récente crise de l'énergie met en relief la fragilité de notre société industrielle. A nouveau, le mot de Valéry au lendemain de la Première Guerre mondiale sonne à nos oreilles : « Nous autres, civilisations, nous savons maintenant que nous sommes mortelles [1]. » A nouveau, nous discernons les signes de ce que Spengler appelait en 1920 *le déclin de l'Occident*. Celui-ci avait prophétisé que l'orgueilleuse technique de la « civilisation faustienne » serait « rongée et dévorée par l'intérieur, tout comme les formes imposantes de n'importe quelle autre culture [2] »; que « le monde exploité » prendrait sa revanche « sur ses seigneurs [3] ».

Si Spengler a lucidement pressenti le déclin de l'Occident, il a tout aussi bien perçu la lointaine origine de son essor technologique au Moyen Age, et comme lui nous estimons qu'avant la révolution industrielle du XVIIIe siècle, avant la Renaissance italienne, l'Europe de l'Ouest a connu une véritable révolution technologique généralement ignorée de nos contemporains.

Du XIe au XIIIe siècle, l'Europe occidentale connut une période d'intense activité technologique et c'est l'une des époques de l'histoire des hommes les plus fécondes en inventions. Cette époque aurait dû s'appeler « la première révo-

1. P. Valéry, La Crise de l'Esprit, *Variété*, I, p. 1.
2. O. Spengler, *L'Homme et la Technique*, Gallimard, Paris, 1958, p. 156.
3. *Ibid.*, p. 154.

lution industrielle », si la révolution anglaise du XVIIIe et du XIXe siècle n'avait déjà été gratifiée du même titre.

Il m'est apparu que cette percée technique médiévale, ainsi que le déclin qui lui fait suite, présente des analogies frappantes avec l'évolution du monde industriel de l'Occident, disons depuis 1750 et en particulier avec l'évolution des États-Unis. Je me suis risqué à ce parallèle à la fin de ce livre parce qu'il s'est imposé à mes yeux. L'historien a parfois la tentation de la prévision, l'avenir dira si j'ai eu tort d'y succomber.

Certaines caractéristiques de cette première révolution industrielle nous sont déjà bien connues. Ainsi, il y eut une forte explosion démographique. Des populations en mouvement émigrèrent, défrichèrent et colonisèrent des territoires nouveaux et construisirent des villes neuves. Les conditions générales de l'économie favorisèrent la libre entreprise et suscitèrent l'apparition d'un nouveau type d'homme : le *self-made man*. Des compagnies capitalistes furent créées. Leurs actions étaient négociables. Les promoteurs ne reculèrent devant aucune méthode pour étouffer la concurrence. Ils organisèrent la division du travail pour augmenter la productivité et créèrent volontairement un prolétariat exploitable. La réplique des travailleurs prit des formes diverses qui nous sont bien connues : revendications, absentéisme, grèves...

La consommation de l'énergie augmenta considérablement. Grâce à des innovations techniques, le rendement s'améliora et des sources nouvelles d'énergie furent découvertes. Maintes tâches exécutées à la main furent confiées à des machines. Les récoltes, multipliées grâce à des mutations dans le cycle des labours et des semailles, furent suffisantes pour nourrir une population en pleine croissance. Le régime alimentaire devint plus varié. Pour tout le monde, le niveau de vie monta. Cependant l'expansion de l'industrie

souleva déjà un problème qui nous est familier : la pollution, — celle des rivières et celle de l'atmosphère; d'une façon plus générale, la destruction de l'environnement. La recherche de matières premières nouvelles fut intensifiée, et les mineurs furent traités comme des travailleurs privilégiés.

Ce sont les propriétaires de grands domaines, les bourgeois et les financiers qui profitèrent le plus de l'expansion industrielle. La croissance du capitalisme fit naître des méthodes améliorées de comptabilité. Les banques permirent un maniement plus aisé des capitaux. Les grandes fortunes purent influencer le pouvoir des gouvernants. Les sanctions économiques furent employées avec succès à des fins politiques. Cette époque est caractérisée par une attitude d'esprit rationaliste et une foi solide en la notion de progrès.

A un moment donné, la courbe ascendante de ce dynamisme décroît et les signes du déclin apparaissent. La croissance démographique se ralentit, les pionniers se raréfient. Dans certaines industries, des pratiques restrictives sont introduites. L'agitation ouvrière s'organise dans les grands centres de travail. La production d'énergie et la mécanisation atteignent un stade avancé de développement, puis l'industrialisation est freinée. L'inflation s'installe. Les monnaies sont dévaluées et des banques connaissent la faillite.

Les valeurs morales traditionnelles s'écroulent. L'esprit civique fléchit. Les esthètes se substituent aux pionniers. Des cultes nouveaux, ésotériques, multiplient leurs adeptes. Le rationalisme est battu en brèche par le mysticisme.

Le Moyen Age que nous décrivons n'est pas celui des « Temps obscurs », celui des romans courtois, ni de la chevalerie. C'est celui des machines; si nous le connaissons si mal, c'est que l'histoire de la technique est restée longtemps ignorée, les intellectuels et les universitaires ayant presque

toujours dédaigné et le travail manuel et le travail technique des ingénieurs.

Dans le *Gorgias*, Platon, déjà, soulignait le dédain du philosophe pour l'ingénieur : « Il n'en est pas du tout moins vrai que toi, tu es pour lui plein de mépris, ainsi que pour l'art qui est le sien; que ce serait en manière d'opprobre que tu le traiterais de mécanicien, et que tu ne consentirais ni à donner à son fils la main de ta fille, ni à prendre pour toi la sienne [1]. »

Au cours de l'histoire des civilisations, les intellectuels surent rarement apprécier les performances des ingénieurs, travailleurs issus souvent de milieux modestes et obligés de gagner leur vie. Les intellectuels ignorèrent également les écrits rédigés dans ces milieux de techniciens. Le cas de Léonard de Vinci est typique. Comme ingénieur, il fut méprisé par les littéraires de son temps et ceux-ci ignorèrent que bien des idées et des inventions décrites dans ses *Carnets* se trouvaient déjà dans des traités techniques rédigés avant lui. On l'ignore encore trop aujourd'hui.

Dans notre civilisation occidentale, deux systèmes d'éducation : celui des arts mécaniques et celui des arts libéraux forment respectivement deux types d'hommes : les ingénieurs et les littéraires. Ce sont « les deux cultures » dont parle C. P. Snow. Quant aux historiens, ayant adopté les préjugés des intellectuels, ils se sont trop rarement penchés sur l'histoire des techniques. J'ai tenté ici de suppléer un peu, pour ma modeste part, à cette carence.

1. Platon, *Gorgias*, 512 c.

1

Les ressources énergétiques de l'Europe

La première révolution industrielle date du Moyen Age. Les XIe, XIIe et XIIIe siècles ont créé une technologie sur laquelle la révolution industrielle du XVIIIe siècle s'est appuyée pour prendre son essor. Les découvertes de la Renaissance n'ont joué qu'un rôle limité dans l'expansion de l'industrie en Angleterre aux XVIIIe et XIXe siècles.

En Europe, dans tous les domaines, le Moyen Age a développé plus qu'aucune autre civilisation l'usage des machines. C'est un des facteurs déterminants de la prépondérance de l'hémisphère occidental sur le reste du monde. Si l'Antiquité connaissait les machines, elle n'en fit qu'un emploi limité, utilisant l'engrenage principalement pour animer jouets et automates. La société médiévale remplaça le travail manuel, souvent le travail forcé des esclavés, par le travail des machines.

L'énergie fluviale: les moulins à eau.

Ces machines n'étaient ni étrangères, ni inconnues du citadin ou du paysan. L'un comme l'autre avaient à leur porte une usine médiévale : le moulin, un moulin à eau, un moulin à vent ou un moulin actionné par la marée. Le citadin pouvait distinguer, du haut du pont le plus proche enjambant canal ou rivière, différents types de moulins hydrauliques, les uns construits sur la berge, d'autres amarrés en plein

courant ou sous les arches du pont. A la campagne, le villageois voyait se dresser sur la rivière un barrage capable de produire une chute d'eau suffisante pour actionner les roues du moulin local.

Ces « usines » devinrent vite au Moyen Age un lieu de contact et de rencontre, surtout les moulins à blé où citadins et campagnards se retrouvaient quand ils venaient moudre leur grain. Les rassemblements étaient importants, les files d'attente longues. Des prostituées circulaient dans la foule, recrutant leur clientèle. Au XIIe siècle, saint Bernard, scandalisé par l'activité des filles de joie, menaça de fermer les moulins. S'il avait mis sa menace à exécution, il aurait pu freiner le développement économique de l'Europe. En quelque sorte, sa décision aurait été comparable à celle des chefs d'État arabes, qui, en 1973, augmentèrent le prix du pétrole brut et en imposèrent l'embargo à destination de certains pays de l'Ouest, ce qui a ralenti l'expansion industrielle de l'Occident. Au Moyen Age, l'énergie hydraulique avait l'importance du pétrole au XXe siècle.

Un document du XIIIe siècle sur le rôle de l'énergie hydraulique dans l'abbaye cistercienne de Clairvaux prouve l'importance de la mécanisation comme facteur primordial de l'économie médiévale. Ce document est un hymne à la technologie. Il aurait pu être appliqué à chacun des 742 monastères de l'ordre cistercien et il aurait été vrai pour chacun d'entre eux car les monastères, dans des pays aussi éloignés les uns des autres que le Portugal, la Suède, l'Écosse et la Hongrie étaient construits selon un même plan d'ensemble et possédaient tous un même système hydraulique. De rares variantes s'expliquent par des nécessités locales et on a pu dire qu'un moine cistercien aveugle pouvait trouver son chemin dans n'importe laquelle des maisons de son ordre. La discipline imposée par la règle de Cîteaux, le rigide emploi du temps et l'impossibilité de dévier de la règle sans risquer un châtiment

évoquent, dans une certaine mesure, les normes de travail imposées par Henry Ford aux ouvriers de ses chaînes de montage.

L'eau à tout faire.

Dans les usines des abbayes cisterciennes, la production s'adaptait aux matières premières locales. Ainsi en Provence, les moulins furent modifiés pour pouvoir écraser les olives. Quand on trouvait du minerai dans une région, on construisait des moulins à fer. Si la vendange était mauvaise, on fabriquait de la bière, comme le signale le document de Clairvaux.

Ce document mentionne quatre opérations industrielles qui nécessitent l'énergie hydraulique : écraser le grain, tamiser la farine, fouler le drap et tanner les peaux. Il est fort possible que la force hydraulique ait été utilisée pour activer les souffleries chauffant les cuves à bière. L'eau courante servait aussi bien à des usages domestiques qu'à des usages industriels. L'eau circulait dans des tuyaux de plomb ou de bois vers la cuisine pour la cuisson des aliments et le lavage et vers les jardins pour l'arrosage. L'eau était également employée pour nettoyer les canalisations situées vraisemblablement sous les lieux d'aisances ou *necessarium* et pour emporter les immondices.

« Un bras de rivière, traversant les nombreux ateliers de l'abbaye, se fait partout bénir par les services qu'il rend... la rivière s'élance d'abord avec impétuosité dans le moulin, où elle est très affairée et se remue, tant pour broyer le froment sous le poids des meules, que pour agiter le crible fin qui sépare la farine du son. La voici déjà dans le bâtiment voisin; elle remplit la chaudière et s'adonne au feu qui la cuit pour préparer la bière des moines si les vendanges ont été mauvaises. La rivière ne se tient pas pour quitte. Les

foulons établis près du moulin l'appellent à leur tour. Elle était occupée à préparer la nourriture des moines, maintenant elle songe à leur habillement. Elle ne refuse rien de ce qu'on lui demande. Elle élève ou abaisse alternativement ces lourds pilons, ces maillets ou, pour mieux dire, ces pieds de bois et épargne ainsi aux frères de grandes fatigues... que de chevaux s'épuiseraient, que d'hommes se fatigueraient les bras dans ces travaux que fait pour nous la gracieuse rivière à laquelle nous devons nos vêtements et notre nourriture. Quand elle a fait tourner d'un mouvement accéléré tant de roues rapides, elle sort en écumant ; on dirait qu'elle est broyée. Au sortir de là, elle entre dans la tannerie, où elle prépare le cuir nécessaire à la chaussure des frères; elle y montre autant d'activité que de soin, puis, elle se divise en une foule de petits bras pour visiter les différents services, cherchant diligemment partout ceux qui ont besoin de ses services, qu'il s'agisse de cuire, tamiser, broyer, arroser, laver ou moudre, ne refusant jamais son concours. Enfin, pour compléter son œuvre, elle emporte les immondices et laisse tout propre [1]. »

Le poète Antipater de Thessalonique, qui vivait sous le règne d'Auguste et de Tibère, avait déjà célébré douze cents ans auparavant la puissance de l'eau en termes non moins dithyrambiques, et chanté les nymphes aquatiques qui libèrent l'homme des lourds travaux de la meunerie : « Cesse de moudre le grain, ô femme qui peine au moulin, dors tard, même si le chant du coq annonce l'aube, car Déméter a ordonné aux Nymphes d'accomplir de leurs mains le travail, et se penchant au sommet de la roue, elles font tourner les pales qui entraînent la lourde pierre meulière de Nysis [2]. »

1. *Descriptio Monasterii Claraevallensis*, Migne, Patr. Lat., t. 185, 570 A-571 B.

2. Cité dans L. Mumford, *Technique et Civilisation*, éd. du Seuil, Paris, 1950, p. 109.

Le moine de Clairvaux et le poète grec expriment la même admiration pour la force de l'eau. Si les sociétés dans lesquelles ils vivaient eurent des réactions différentes devant l'utilisation de la force hydraulique à des fins industrielles, au Moyen Age, la mécanisation fut adoptée sans réserve. Le monde antique s'y était montré plus indifférent. La force hydraulique n'offrait qu'un intérêt limité dans des pays où l'esclavage fournissait une main-d'œuvre bon marché et où les cours d'eau à débit constant étaient rares. Les Romains avaient parfois résolu le problème du manque d'eau en construisant des aqueducs pour alimenter les moulins, mais le procédé était très coûteux.

Les premiers moulins à eau furent construits par des ingénieurs, vraisemblablement vers la fin du IIe siècle avant J.-C. Une roue à aubes horizontale actionnait une meule de pierre par l'intermédiaire d'un arbre vertical. L'énergie produite était d'environ 0,5 ch, soit celle d'un âne attelé à une roue.

La plus ancienne mention d'un moulin se trouve dans les écrits de Strabon, géographe grec du Ier siècle avant J.-C. Strabon signale l'existence d'un moulin à eau, à Cabira, dans le palais de Mithridate, roi du Pont. En 63 avant J.-C. ce moulin remplit d'admiration l'armée victorieuse de Pompée.

A la fin du Ier siècle avant notre ère, les ingénieurs romains avaient réussi à sextupler le rendement des moulins hydrauliques, obtenant une puissance équivalente à 3 ch. Pour y parvenir, ils avaient construit une roue à aube fixée sur l'axe horizontal d'une roue dentée, celle-ci étant reliée à une roue plus petite elle-même rattachée au fuseau porteur de la meule. Cet engrenage développait une vitesse de rotation plus élevée pour la meule que pour les roues. Vitruve, architecte et ingénieur romain, fut le premier à décrire ce mécanisme destiné à jouer un rôle décisif dans l'industrialisation de l'Europe médiévale.

A l'est du Mont-Cassin, à Venafro, sur la Volturno, des fouilles ont mis au jour un moulin romain dont la meule mesurait 2,10 m de diamètre. Ces meules qui tournaient 46 tours à la minute pouvaient écraser 150 kg de blé à l'heure, soit 1 500 kg en une journée de 10 heures. Pour se rendre compte de l'étonnante économie de main-d'œuvre réalisée en utilisant les meules d'un moulin, il faut savoir qu'en une heure deux esclaves à l'aide d'un moulin à bras ne produisaient que 7 kg de grain de farine, soit 70 kg en 10 heures. Il aurait donc fallu employer plus de 40 esclaves pendant 10 heures pour moudre 1 500 kg.

La plus remarquable des constructions hydrauliques romaines se trouve en Provence, à Barbegal, près d'Arles, où les ingénieurs avaient construit le plus grand complexe industriel connu de l'Empire romain. Cette usine construite à flanc de coteau pouvait moudre du blé pour 80 000 personnes. L'eau amenée par un aqueduc se partageait en deux flots qui entraînaient deux groupes de huit meules. La dénivellation était de 18,60 m et l'inclinaison de 30 degrés. Chaque meule pouvait écraser 150 à 200 kg à l'heure, soit 2 400 à 3 200 kg pour l'ensemble des roues, environ 28 tonnes en une journée de 10 heures.

Ces chiffres ne doivent pourtant pas nous faire oublier que les Romains n'eurent jamais, comme les cisterciens, une vraie politique de mécanisation. Si quelques moulins, ceux de Venafro et de Barbegal, fonctionnaient grâce à l'énergie hydraulique, les autres utilisaient l'énergie humaine des esclaves.

Les Romains semblent s'être rendu compte qu'une politique de mécanisation aurait un effet désastreux sur la main-d'œuvre libre et servile. Suétone, par exemple, raconte que l'empereur Vespasien (70-79 avant J.-C.) avait rejeté un appareil qui aurait économisé la main-d'œuvre : « Il récompensa libéralement un ingénieur qui avait inventé un

appareil pour transporter, à peu de frais, d'énormes colonnes sur le Capitole. Mais il n'utilisa pas l'appareil, disant que cela l'aurait empêché de nourrir le petit peuple[1]... »

Le petit peuple était, dans ce cas, les hommes libres et non pas les esclaves.

Moulins romains et esclavage survivront à la chute de l'Empire romain. A Rome, sur le Janicule, des moulins actionnés par l'eau amenée par le vieil aqueduc de Trajan étaient encore en ordre de marche en 537, quand le général byzantin Bélisaire fut assiégé dans la ville par les Ostrogoths. Pour immobiliser les moulins, l'armée assiégeante coupa l'eau en détruisant l'aqueduc. Mais les ingénieurs de Bélisaire transportèrent les engrenages et les meules, les remontèrent sur des péniches amarrées sur le Tibre et les équipèrent de roues à eau actionnées par le courant du fleuve. Le ravitaillement en farine était assuré! Des moulins flottants du même type que ceux de Bélisaire furent longtemps utilisés au Moyen Age. L'esclavage continua après la chute de Rome, mais déclina graduellement; en revanche, l'énergie hydraulique prit une extension importante.

Au IXe siècle, vers l'an 845, sur les 23 domaines du monastère de Montier-en-Der, dans l'arrondissement de Saint-Dizier en Haute-Marne, on comptait sur la rivière Voize 11 moulins, 3 de ces moulins étant échelonnés sur moins de 6 kilomètres. Sur les terres de l'abbaye de Saint-Germain-des-Prés, connu maintenant par ses cafés littéraires : Flore, Lipp, Deux-Magots, il n'y avait pas moins de 59 moulins, construits le long de modestes cours d'eau. Les aqueducs n'étaient plus nécessaires pour entraîner les roues à eau. L'industrie meunière était déjà décentralisée. Il n'y eut plus de Barbegal.

Au cours des siècles suivants, le nombre des moulins à

1. Suétone, *Vespasien*, XVIII.

eau augmenta considérablement. Ainsi, sur les bords de la Robec, qui se jette dans la Seine à Rouen, on dénombrait 2 moulins au xe siècle, 4 au xie, 10 au xiiie, et 12 au début du xive siècle. Dans ce qui constitue aujourd'hui le département de l'Aube, 14 moulins sont mentionnés au xie siècle, 60 au xiie siècle et plus de 200 au xiiie siècle.

Grâce au *Domesday Book*, nous avons un tableau exceptionnellement détaillé de l'énergie hydraulique en Angleterre à la fin du xie siècle. Les administrateurs que Guillaume le Conquérant dépêcha en 1086 pour recenser les biens du royaume, remplirent des questionnaires concernant, entre autres choses, les moulins, considérés comme une importante source de revenus.

Les enquêteurs de Guillaume visitèrent environ 34 des comtés qui constituent l'Angleterre contemporaine et dénombrèrent 9 250 manoirs occupés par 287 045 *tenanciers*. Si chacun de ceux-ci était le chef d'une famille de 5 personnes, le nombre d'habitants pour cette partie de l'Angleterre était d'environ 1 400 000. 5 624 moulins ont été inventoriés; 3 463 manoirs, soit plus d'un tiers du total, possédaient au moins un moulin, peut-être deux. Environ 2 % seulement n'ont pu être identifiés. Bon nombre de ces moulins du *Domesday Book* fonctionnaient encore au xviiie siècle, en pleine révolution industrielle. Modernisés, ils existaient encore au xixe et certains sont encore debout de nos jours.

Au xie siècle en Angleterre, un moulin à eau desservait en moyenne 50 feux. Certains comtés étaient plus favorisés que d'autres, en particulier les comtés riches en céréales et bien pourvus en cours d'eau. Ainsi, le comté de Wiltshire, avec 390 moulins pour 10 500 feux avait un moulin pour 26 foyers tandis que dans le Suffolk un seul moulin alimentait 96 familles. Le chiffre élevé de 5 624 moulins prouve l'importance de ces « usines hydrauliques » dans l'Angleterre médiévale. Les moulins n'étaient pas répartis avec la

même densité dans toutes les régions. La plus forte concentration se trouvait au sud des rivières Trent et Severn. Dans le Wiltshire, sur la Wylye, il y eut jusqu'à 30 moulins sur 16 kilomètres de rivière, soit approximativement un moulin tous les 500 mètres.

Cette folie de construire s'explique par des raisons financières. Les moulins, après une mise de fonds assez importante, étaient d'un excellent rapport et se louaient fort cher. Leur loyer variait de 3 deniers à 60 sous. Sur la Wylye, les prix s'étageaient de 5 à 20 sous. A South Newton, on pouvait en louer 2 pour 40 sous, à Hanging Longford, 1 pour 5 sous et à Fisherton de la Mare, 1 pour 20 sous. Fait intéressant : beaucoup de ces moulins étaient en co-propriété, c'est-à-dire qu'ils appartenaient à des groupes de 2, 3, 4 ou 5 personnes touchant chacune un égal pourcentage des bénéfices. Le moulin de Hanging Longford appartenait à la fois au comte de Mortain et à Wakeray le Chasseur, chacun possédant une moitié évaluée à 30 deniers. En France, un siècle plus tard, les citoyens de Toulouse formèrent une société par actions, la Société du Bazacle [1]. La valeur des actions variait avec le rendement annuel des moulins de la Garonne. Ces actions s'achetaient et se vendaient librement sur le marché, exactement comme de nos jours à la Bourse. La Société du Bazacle est sans doute la plus ancienne entreprise capitaliste du monde. Elle survécut jusqu'au milieu du XXe siècle et a été nationalisée par l'Électricité de France. Le site d'un moulin médiéval représentait un investissement important et pour cette raison était protégé juridiquement. Le propriétaire d'un moulin avait le droit d'interdire la construction d'un moulin qui pouvait nuire au sien ou bien pouvait demander une compensation financière,

1. G. Sicard, *Aux origines des sociétés anonymes, les moulins de Toulouse au Moyen Age*, Armand Colin, Paris, 1953.

coutume encore en usage au XIXe siècle. En 1840, la ville de Leeds dut payer £ 40,000 à des propriétaires de moulins pour avoir le droit d'ériger les siens.

L'arbre à cames.

Le *Domesday Book* mentionne que dans le Somerset, deux moulins acquittaient leur loyer en fer. Au lieu d'un mouvement rotatif ces moulins avaient un mouvement alternatif, reproduisant mécaniquement le travail du forgeron au moyen d'un arbre à cames qui soulevait, puis laissait retomber le marteau pilon.

Les mécaniciens de l'Antiquité, tel Héron d'Alexandrie, connaissaient les propriétés de la came, mais ne l'utilisèrent que pour des automates et des « gadgets ». Bien que dès 290 avant J.-C., les Chinois aient su décortiquer le riz à l'aide de marteaux pilons actionnés par des cames, ils ne semblent pas avoir utilisé ce mécanisme à d'autres fins industrielles. C'est un des traits saillants de la technologie chinoise que ses grandes inventions telles que l'imprimerie, la poudre à canon, la boussole, ne jouèrent jamais un rôle déterminant dans l'évolution historique du pays. En revanche l'introduction de l'arbre à cames dans l'industrie médiévale jouera un rôle capital dans l'industrialisation du monde occidental. Aujourd'hui chaque automobile qui sort d'une chaîne de montage, est dotée d'un arbre à cames.

A partir du Xe siècle, la came a permis la mécanisation de toute une série d'opérations industrielles qui se faisaient auparavant à la main ou au pied. En France, le premier moulin à fabriquer de la bière est mentionné dans un document concernant le monastère de Saint-Sauveur, à Montreuil-sur-Mer, entre 987 et 996. Le chanvre semble avoir été écrasé mécaniquement dans le Graisivaudan en 1040. Le premier exemple certain de *molendinum follonarium*

(moulin à foulon) date des environs de 1086 et concerne un village de basse Normandie [1]. Le plus ancien document concernant un moulin à tan, non loin de Chelles, en Ile-de-France, est daté de 1138. Les archives de Beauvais mentionnent un moulin à aiguiser en 1195. Le premier moulin à fer certainement attesté est cité en 1197, en Suède dans les domaines de l'abbaye cistercienne de Soroë. Un document signale un moulin à moutarde au prieuré de Saint-Sauveur-en-Rue dans le Forez en 1251. Un moulin à retordre la soie aurait été en activité en Italie, à Bologne, en 1272. Deux moulins à pastel étaient en activité à Hesden dans le Pas-de-Calais actuel, en 1348.

Pendant plus de mille ans, le papier, inventé par les Chinois, avait été fabriqué à la main ou au pied, mais dès que le papier fut introduit en Europe, son procédé de fabrication fut mécanisé. C'est une remarquable preuve de l'esprit technique des Européens du Moyen Age. Mentionnés en 1276, les premiers moulins à papier mus par l'énergie hydraulique furent ceux de Fabriano en Italie. Des moulins à papier fonctionnaient en 1280 à Xativa près de Valence, en Espagne. En France le plus ancien moulin connu semble être celui de Richard-de-Bas, sur la Dore, près d'Ambert, dans l'actuel Puy-de-Dôme. En 1326, il fabriquait du papier et il en fabrique encore. Des chiffons de lin et de coton y sont encore aujourd'hui réduits en pulpe par une batterie de longs maillets en bois actionnés par un arbre à cames.

Dans l'industrie textile, le foulage du drap, opération importante dans la fabrication des étoffes, fut révolutionné par la mécanisation. Après avoir quitté le métier, le drap placé dans une cuve d'eau doit être martelé pour resserrer et enchevêtrer les fibres et leur donner de l'épaisseur et du

1. A. M. Bautier, « Les plus anciennes mentions de moulins hydrauliques industriels et de moulins à vent », *Bulletin philologique et historique*, t. II, 1960, p. 571.

moelleux. A l'origine, les hommes piétinaient le drap, puis progressivement le foulage aux pieds fut remplacé par des maillets en bois. Dans un moulin à foulon mécanisé un seul homme pouvait remplacer jusqu'à 40 ouvriers foulons.

La lutte contre le monopole : la grève.

Au XIIIe siècle, les moulins à foulon étaient extrêmement rentables. Aussi les seigneurs ecclésiastiques et laïques en construisirent-ils un grand nombre et souvent transformèrent des moulins à blé en moulins à foulon. Ils obligèrent leurs vassaux à venir porter leur drap à fouler au moulin du manoir, comme ils avaient toujours obligé leurs paysans à faire moudre leurs grains au moulin du seigneur. Ils avaient le sens du monopole. Mais celui-ci n'était pas toujours du goût des vassaux qui s'indignaient d'avoir à payer une redevance au meunier et de devoir faire un si long parcours pour atteindre le moulin. Au milieu du XIIIe siècle, l'abbé John avait dépensé plus de cent livres pour réparer tous les moulins qui se trouvaient sur les terres du monastère de Saint-Albans, au nord de Londres. Pour rembourser les frais engagés, l'abbé John et ses successeurs obligèrent les habitants de Saint-Albans à moudre leur blé et à fouler leur drap aux moulins du monastère. Nombre d'entre eux refusant les mises en demeure continuait à fouler chez eux, sans payer de redevances. Les choses s'envenimèrent en 1274, lorsque l'abbé Roger fit fouiller certaines maisons pour confisquer le drap. Les habitants résistèrent par la force et ouvrirent une souscription pour aider les « résistants » et quand la reine Eléonore vint à Saint-Albans, les femmes firent appel à elle « puisqu'il est difficile de calmer la colère des femmes ». Eléonore étant provençale, il n'est pas certain qu'elle ait compris exactement les doléances de ces femmes qui s'exprimaient dans une langue qui ne lui

était pas familière. Les habitants de Saint-Albans portèrent alors leur affaire devant le tribunal du roi, mais ils furent déboutés et durent abandonner le foulage aux pieds et porter leur drap au moulin. Au siècle suivant, en 1326, une dispute violente opposa à nouveau les habitants de Saint-Albans au monastère. Elle tourna à l'insurrection et le monastère fut deux fois assiégé. La population voulait continuer à moudre le grain avec des moulins à main. 5 ans plus tard, l'abbé Richard de Wallingford fit fouiller toutes les maisons et saisir les meules. Elles furent transportées au monastère où l'abbé s'en servit pour paver la cour afin d'humilier les villageois. L'amertume resta vivace dans l'esprit de la population, et, lorsqu'en 1381, éclata la grande révolte des travailleurs conduite par Wat Tyler, un groupe d'insurgés de Saint-Albans courut au monastère pour desceller les meules.

L'introduction en Angleterre du moulin à foulon provoqua : « une révolution industrielle au XIIIe siècle, qui amena la misère et la ruine dans certains centres industriels mais richesse et prospérité à l'ensemble du pays, ce qui devait changer le visage de l'Angleterre médiévale [1]... » « La mécanisation du foulage fut un événement aussi décisif que la mécanisation du filage et du tissage au XVIIIe siècle [2]. »

Dans les villes, il y avait également un nombre considérable de moulins. Ainsi, à Paris au début du XIVe siècle, on ne comptait pas moins de 68 moulins en amont de la Seine. Ils étaient amarrés sur la rive droite, à partir de la rue des Barres, en face de l'Église Saint-Gervais, jusqu'au Grand-Pont (aujourd'hui Pont-au-Change qui relie la place du Châtelet au boulevard du Palais), jusque sous les arches à l'extrême pointe de l'île de la Cité. Sur 1 500 mètres, une

1. E. M. Carus-Wilson, « An Industrial Revolution of the Thirteenth Century », *Economic History Review*, t. XI, 1941, p. 38.
2. E. M. Carus-Wilson, « The Woollen Industry », *The Cambridge Economic History*, t. II, 1952, p. 400.

telle concentration de moulins en plein Paris, constituait un véritable complexe industriel.

Les moulins flottants reliés au Grand-Pont étaient du type inventé par Bélisaire à Rome huit siècles auparavant. Mais les ingénieurs médiévaux avaient su en augmenter le rendement en les amarrant sous les arches où le courant, plus fort, faisait tourner les roues plus rapidement. La productivité s'accrut. On dénombrait 13 moulins de ce type sous le Grand-Pont, en 1323.

Les barrages.

Les ingénieurs de Toulouse trouvèrent une autre solution au problème de la faible productivité des moulins flottants sur la Garonne. Ils construisirent de puissants barrages, probablement les plus importants construits jusqu'alors dans le monde. Dans la deuxième moitié du XIIe siècle, avant la construction de ces barrages, il y avait plus de 60 moulins flottants, groupés sur trois niveaux différents. Dans le premier groupe, celui du Château-Narbonnais, en amont de la ville, on recensait 24 moulins flottants; au moins 15 dans le deuxième groupe, celui de la Daurade, et, en aval, à la sortie de la ville, au Bazacle, 24. Ces moulins présentaient certains inconvénients : facilement emportés par le courant, ils venaient s'écraser contre des bateaux ou s'échouer comme des épaves sur les rives de la Garonne, ce qui provoquait d'innombrables litiges. Vers la fin du XIIe siècle, pour pallier ces inconvénients les ingénieurs de la ville, abandonnèrent les moulins flottants, construisirent 3 barrages, et érigèrent 43 moulins sur la rive droite. Le barrage du Château-Narbonnais entraînait 16 de ces moulins fixes, le barrage de la Daurade 15 et celui du Bazacle 12. La diminution du nombre de moulins laisse supposer que leur rendement était meilleur.

La construction de ces barrages fut un remarquable travail d'ingénieur car la Garonne avec un débit de 350 m³ par seconde et avec un maximum de 9 000 m³ en temps de crue n'est comparable ni à la Seine, ni à la Tamise. Le barrage du Bazacle est mentionné pour la première fois en 1177. Il était long d'environ 400 mètres, construit en biais d'une rive à l'autre pour offrir moins de résistance au courant. Comme les autres barrages, on l'avait construit en enfonçant des milliers de troncs de chênes dans le lit de la rivière, à l'aide de moutons. Les ingénieurs construisirent ainsi une série de palissades parallèles et remplirent l'espace laissé libre avec de la terre, du bois, des graviers et des grosses pierres pour renforcer le barrage et le rendre étanche. En amont du barrage, on construisit des brisants pour arrêter les épaves diverses entraînées par le courant.

Les briseurs de barrages : la concurrence capitaliste.

La hauteur du barrage était d'une importance capitale puisqu'elle déterminait la hauteur de la chute d'eau qui entraînait les roues des moulins. Plus le barrage était haut, plus la chute d'eau était forte et plus le grain était rapidement moulu. Mais la hauteur des barrages en aval déterminait aussi la hauteur de chute des barrages en amont. Si l'eau retenue par le barrage en aval était trop haute, le barrage en amont risquait d'avoir une chute d'eau trop faible pour entraîner les roues. A Toulouse, la hauteur de la chute du Château-Narbonnais dépendait de la hauteur de la Daurade et ce dernier dépendait du Bazacle qui était le seul des trois barrages dont la force hydraulique fut indépendante, puisqu'il était le dernier.

Cette méthode provoqua des plaintes incessantes suivies de procès dans la mesure où les propriétaires en aval surélevaient illégalement la hauteur de leur barrage pour accroître

leur force hydraulique. Depuis la seconde moitié du XIIIe siècle, les propriétaires de moulins ne cessèrent de se poursuivre mutuellement en justice. Ce n'est que le 27 octobre 1316 que cinq experts se réunirent pour déterminer officiellement non seulement la hauteur du barrage, mais la forme et la dimension de la navière — passage laissé libre pour la navigation fluviale. L'eau qui s'écoule par la navière constituant une perte d'énergie, les propriétaires des moulins passèrent leur temps à fermer la navière, ou à réduire sa largeur à la fureur de ceux qui naviguaient sur la Garonne.

Quarante ans plus tard, en 1356, la Daurade intenta au Bazacle un nouveau procès qui devait durer plus d'un demi-siècle pour se terminer en 1408. Comme d'habitude, sous couvert de réparations, le Bazacle avait été surélevé. Pourtant cette fois, ce fut dramatique, car le rehaussement avait été si important qu'il avait mis les roues des moulins de la Daurade dans l'impossibilité de tourner. Le Bazacle refusa de se plier au jugement de 1358 et de baisser son niveau, intrigua, puis fit ensuite appel au Parlement de Paris. La Daurade poursuivit la lutte, demandant des dommages et intérêts, pour compenser la perte de travail et de profits. En 1366, le Parlement confirma le jugement de 1358 et donna l'ordre au Bazacle de payer les dommages. Mais, le Bazacle réussit par des moyens dilatoires à ne pas réduire la hauteur du barrage, demanda un sursis pour l'exécution de la décision prise, offrit enfin d'effectuer lui-même les réparations, et ne fit rien.

Ses moulins n'ayant plus tourné depuis de longues années, la Daurade commençait à ne plus avoir de fonds disponibles pour payer les frais du litige. Quand le procès abandonné pendant dix ans, fut repris en 1378, plusieurs actionnaires considérant la situation comme désespérée, se désistèrent. L'année suivante, le Bazacle racheta la majorité des actions. En 1408, il ne restait plus qu'un seul actionnaire qui décida

de vendre ses parts. La Daurade avait cessé d'exister. Le Bazacle, dirigé pendant plus de cinquante ans par des hommes sans scrupules, était victorieux.

Les propriétaires des moulins du Château-Narbonnais, de la Daurade et du Bazacle étaient tous actionnaires, soit qu'ils aient hérité les actions, soit qu'ils les aient achetées à ces sociétés. Dès le début du XIIIe siècle, on ne trouve plus de meuniers parmi les actionnaires. Nous assistons à une séparation entre le capital et le travail. Les meuniers sont des employés qui n'ont aucune voix dans les décisions prises par les sociétés et les actionnaires sont de riches Toulousains n'ayant ni connaissance spéciale, ni intérêt dans la meunerie, si ce n'est pour en toucher les profits. Ces bourgeois sont de petits capitalistes, exploitant le travail d'autrui. Les actions variaient comme elles varient de nos jours à la Bourse ou à Wall Street, montant ou baissant suivant la conjoncture économique et le bon ou mauvais fonctionnement des moulins. Les actions grimpèrent, par exemple, dans les années 1350, après la Peste noire. Elles tombaient chaque fois que les moulins étaient endommagés par les crues de la Garonne. Comme de nos jours, le prix des actions était fonction des prévisions économiques. En moyenne, elles produisaient un intérêt de 19 à 25 % l'an, taux très élevé, qui explique l'engouement des citoyens de Toulouse. Les actions s'appelaient des uchaus. Un uchau valait un huitième de moulin. Pour les douze moulins du Bazacle, il y avait donc quatre-vingt-seize actions qui pouvaient être transmises par héritage, données, échangées ou achetées. Les transactions les plus courantes concernaient les ventes d'actions, faites en présence d'un notaire qui établissait les titres. Il y avait des ventes d'un quart, d'un tiers ou d'un demi uchau; d'un, de deux ou trois uchaus. Dans le document établi par le notaire, tous les droits du nouveau propriétaire étaient énumérés. Les dividendes étaient payés en

nature — en grains pour les moulins à blé, mais les ventes d'uchaus étaient payées en espèces. Quand, au XIIe siècle, les actionnaires des moulins flottants se réunirent pour discuter les projets de construction des barrages et des moulins fixes, ils durent prendre de nombreuses et difficiles décisions concernant l'avenir de leur organisation, et faire preuve d'esprit inventif, car rien de tel n'avait existé auparavant. Ils durent tout d'abord s'entendre sur les dépenses communes : la construction et l'entretien des barrages, par exemple, qui nécessitaient une importante mise de fonds. Il fut décidé que la construction des moulins serait prise en charge par les actionnaires.

Parmi les autres problèmes à résoudre, notons celui du profit fort substantiel des droits de pêche. Le barrage étant, en quelque sorte, un grand filet jeté sur la rivière, les ingénieurs imaginèrent de rehausser la chaussée par des treillis pour capturer les saumons. Les revenus des droits de pêche devaient être payés en argent liquide aux actionnaires, proportionnellement au nombre de leurs uchaus. Petit à petit, les actionnaires se rendirent compte qu'il était dans leur intérêt de mettre en commun leurs profits et leurs pertes. Dans les années 1370, quand la Daurade eut cessé ses activités à la suite du long procès avec le Bazacle, le Château-Narbonnais et le Bazacle se constituèrent en une société que nous appellerions aujourd'hui une société anonyme. Les moulins furent évalués et à partir de ce jour les actionnaires n'eurent plus une part dans un moulin, mais une part dans la Société du Bazacle ou dans celle du Château-Narbonnais. Le Bazacle avait un problème particulièrement difficile à résoudre, du fait que 2 des 12 moulins à blé qui existaient à l'origine avaient été transformés en moulins à foulon. Les 2 moulins à foulon furent finalement rachetés par les actionnaires des moulins à blé, mais il y eut un autre procès, qui ne se termina qu'en 1403.

Les actionnaires avaient des réunions annuelles où l'on faisait lecture des comptes de l'année précédente et où l'on choisissait les administrateurs qui agiraient au nom des actionnaires jusqu'à l'année suivante. Ces administrateurs avaient pouvoir d'acheter des propriétés, des maisons, des moulins, des matériaux de construction, de signer des contrats avec des employés ou des marchands et de louer à des fermiers les prairies appartenant aux sociétés. Ils devaient défendre les intérêts des actionnaires en cas de procès; c'est la raison pour laquelle, sans doute, de nombreux administrateurs étaient choisis parmi les hommes de loi. En 1374, un projet de fusion fut proposé entre la Société du Bazacle et celle du Château-Narbonnais, mais ce projet ne fut jamais réalisé. Il est possible que certains capitouls de Toulouse soient intervenus pour défendre l'intérêt public, car un tel monopole aurait pu influencer le prix du grain en temps de famine. Plus tard, en 1507, en 1666 et en 1702, les deux sociétés arrivèrent néanmoins à des accords partiels, concernant l'achat de matières premières et se concertèrent pour définir les conditions de travail de leurs employés.

Ces deux sociétés à responsabilité limitée évoluèrent sans heurt jusqu'à nos jours. Le barrage médiéval, détruit par une crue exceptionnelle, avait été reconstruit en 1709. Au XVIIIe siècle, le mot actionnaire apparaît dans les archives des compagnies et au XIXe siècle, le mot action tend à se substituer au vieux mot français uchau. En 1840, les dividendes furent payés en espèce et non plus en grains. La Société des moulins du Bazacle devint la « Société civile anonyme du moulin du Bazacle ». Au XIXe siècle le barrage du Bazacle fut reconverti pour produire de l'électricité. La compagnie prit ensuite le nom de Société toulousaine d'électricité du Bazacle. Après la guerre de 1939-1945, le gouvernement français nationalisa celle qui était certainement la plus ancienne société française à responsabilité

limitée. En construisant un barrage moderne à l'emplacement exact de celui du XIIe siècle, les ingénieurs du XXe siècle rendaient un grand hommage à l'habileté professionnelle de leurs devanciers.

L'énergie marémotrice.

Les ingénieurs médiévaux parvinrent à capter non seulement l'énergie de fleuves aussi rapides que la Garonne, mais ils surent également maîtriser l'énergie des marées. Le choix des sites de ces moulins fut si judicieux, que la première usine marémotrice du XXe siècle fut construite, après la Deuxième Guerre mondiale, sur la Rance, près de Saint-Malo, où toute une série d anciens moulins à marée fonctionnaient encore.

Les moulins à marée — inconnus de l'Antiquité — témoignent de la volonté des hommes du Moyen Age de capter de nouvelles sources d'énergie. Au XIIe siècle, on connaît l'existence de moulins à marée sur l'Adour, près de Bayonne et à Woodbridge sur l'estuaire du Deben, dans le Suffolk. Au XIIIe siècle le nombre de ces moulins s'accroît considérablement. Ce mouvement prend de l'ampleur dans les siècles suivants, alors que le nombre de moulins fluviaux tend à se stabiliser. 3 moulins à marée sont connus dans le Devonshire et la Cornouaille au XIIIe siècle, 5 au XIVe, 9 au XVIe, 11 au XVIIe, 14 au XVIIIe et enfin 25 au XIXe siècle. Les moulins à marée sont généralement construits dans des régions où les dénivellations de terrain ne permettent pas aux rivières d'avoir un courant assez fort pour entraîner des roues de moulins. Le long d'anses découpées et peu profondes — au fond d'estuaires — on construisit des barrages pour former des étangs artificiels d'une superficie pouvant atteindre 6 hectares. Un système d'écluses, ouvrant dans

les deux sens, permettait au flot de la marée montante de remplir les étangs. Quand la marée descendait, la pression de l'eau fermait automatiquement les portes. Le meunier attendait que le niveau de l'eau sous le moulin soit tombé suffisamment pour ouvrir les vannes et permettre à l'eau d'avoir une chute capable d'entraîner la roue de son moulin. Les inconvénients de ce système sont évidents : tributaires de l'heure des marées, les moulins ne peuvent fonctionner que quelques heures par jour et les journées de travail du meunier sont perpétuellement décalées. Utilisés uniquement pour moudre le grain, ces moulins ne jouèrent jamais un rôle décisif dans l'économie médiévale.

L'énergie éolienne.

Au XIIe siècle, quand les ingénieurs médiévaux cherchèrent à capter l'énergie du vent, leurs travaux furent couronnés de succès et à la force hydraulique qui entraînait les roues fut ajoutée la force éolienne gonflant les voiles. Mais, si l'eau coule toujours dans la même direction, le vent souffle de tous les côtés. Les ingénieurs résolurent ce problème d'une manière remarquable en montant le corps du mécanisme et les voiles sur un pivot central tournant librement. Ce type de moulin à pivot vertical semble bien être une invention de l'Occident qui ne doit rien aux moulins aux bras horizontaux dont l'existence était connue depuis le VIIe siècle sur les plateaux d'Iran et d'Afghanistan où le vent souffle toujours dans la même direction. C'est la troisième Croisade (1189-1192) qui introduisit les moulins à pivot vertical au Moyen-Orient comme le relate un témoin oculaire :

> « Des soldats germaniques savants
> Construisirent ici

Les premiers moulins à vent
Connus en Syrie [1]. »

L'Europe commençait à exporter ses connaissances techniques.

A partir de 1180, les documents concernant les moulins à vent sont très nombreux. Les moulins sont si lucratifs que le pape Célestin III (1191-1198) décida de les taxer. Les moulins à vent se multiplièrent notamment dans les régions où il y a peu de rivières à flot rapide et là où les rivières gèlent en hiver. Dès le XIIIe siècle, on recensait près de 120 moulins à vent dans les environs d'Ypres; c'est à cette époque que l'énergie éolienne fut introduite en Hollande. L'importance accordée aux moulins à vent et à eau est attestée par l'âpreté avec laquelle certains propriétaires défendaient leur monopole. Qu'on ose s'établir trop près de lui et le propriétaire traînait le concurrent devant un tribunal ou même usait de force pour détruire le moulin du gêneur. C'est ainsi que Samson, abbé de Bury Saint Edmunds, en 1191, entra en fureur quand il apprit que le doyen Herbert avait fait construire un moulin à vent pour son usage personnel. Herbert se défendit en affirmant que le vent est libre et ne peut donc être retiré à personne. Cette querelle industrielle du XIIe siècle est si joliment dite par le chroniqueur Jocelin de Brakelond qu'elle mérite une transcription intégrale :

« Le doyen Herbert installa un moulin à Habardun. Quand l'abbé Samson l'apprit, il étouffa de rage et ne pouvait plus ni parler, ni manger. Au petit matin, aussitôt la messe entendue, Samson dépêcha son sacristain dire au charpentier d'aller sans délai démolir le moulin et d'en placer l'armature sous bonne garde. Quand la nouvelle lui parvint, le doyen Herbert affirma qu'il avait le droit d'agir

1. Régine Pernoud, *Les Croisés*, Hachette, Paris, 1959, p. 182.

ainsi sur son fief et que tout le monde pouvait user librement du vent. Il ne voulait, disait-il, que moudre son propre grain, sans toucher à celui d'autrui, ni porter préjudice aux meuniers du voisinage. Toujours fou de colère, l'abbé Samson répondit : ' Je vous remercie comme si vous alliez me couper les deux pieds. Je jure par la face de Dieu de ne pas manger une bouchée de pain, tant que ce moulin ne sera pas par terre. Vous êtes assez âgé pour savoir que ni le Roi, ni son officier de Justice ne peuvent transformer ou construire quoi que ce soit dans l'enceinte de cette ville, sans l'autorisation de l'Abbé et du Couvent. Comment, dès lors, avez-vous pu oser une chose pareille? D'ailleurs, vous vous trompez en affirmant que vous ne me faites pas de tort. Car les bourgeois vont se précipiter chez vous pour moudre leur grain à satiété et je n'ai pas le droit de les en empêcher, car ils en ont la franchise. Si je tolère le moulin du cellier, c'est qu'il a été érigé avant que je ne devienne Abbé! Allez-vous-en, allez-vous-en, allez, dit-il. A peine serez-vous chez vous, que vous saurez ce que nous avons fait de votre moulin. ' Tremblant de crainte, devant la face courroucée de l'abbé, Herbert s'éloigna et alla prendre conseil de son fils, Maître Stephen. Il fit démolir son propre moulin, devançant les hommes de l'abbé Samson. Quand ses gens arrivèrent, sous les ordres du sacristain, ils ne trouvèrent rien à démolir [1]. »

Quand les administrateurs des biens de l'abbaye de Glastonbury, dans le Somerset, décidèrent d'investir des capitaux pour accroître leurs revenus, ils en placèrent une partie dans la construction d'un moulin, en vue de le louer à un meunier. Les frais de construction s'élevèrent, en 1342-1343, à un total de £11.12s.11d. (par comparaison, un moulin

1. *Chronica Jocelini de Brakelonda de rebus gestis Samsonis, Abbatis Monasterii Sancti Edmundi...*, éd. J. G. Rokewode, Londres, 1840, p. 43-44.

à foulon construit en 1208-1209 pour l'évêque de Winchester avait coûté, à l'époque, £9.4s.4d.). Un bail fut rédigé pour une location annuelle de 3 livres, avec un pas de porte de 1 livre. William Pyntel, un fermier, qui avait accumulé un petit capital, fut tenté par cette concession et signa un bail à vie. L'abbaye de Glastonbury faisait là une excellente affaire, puisque le capital investi rapportait 25,77 %. Le prix élevé de la location encourageait souvent le meunier à s'assurer plus du seizième du grain moulu, autorisé par la coutume. Cette pratique a été immortalisée par Chaucer dans ses *Contes de Cantorbéry*.

A Trumpington, près de Cambridge,
Coule un ruisseau traversé par un pont.
Sur ce ruisseau large et profond
Existait un moulin. Dans ce moulin, vous dis-je,
Un meunier a vécu vraiment des jours nombreux.
Comme un paon, il était fier, ce maître orgueilleux.
... Le meunier percevait sur la drêche et le grain
De tout le voisinage un beau droit de mouture;
Parmi ses bons clients, il avait d'aventure
Un grand collège, une source de gain
Nommée, je crois, le Collège du Roi.
Or, il advint qu'un jour de ce susdit collège
Le pourvoyeur, soudain, fut en danger de mort,
Et que notre meunier, par un adroit manège
Vola farine et blé, de plus en plus fort.
C'était pour lui, de par Saint Georges,
Le moment où jamais de bien faire ses orges.
Le gardien grommela, mais lui, notre meunier
L'envoya promener d'un ton fort cavalier [1].

1. Chaucer, *Contes de Cantorbéry, le Conte du Bailli*, tr. Chevalier de Chatelain, t. I, Basil Montagu Pickering, Londres, 1857, p. 132.

2

L'exploitation des richesses minières

L'extraction de la pierre était à elle seule au Moyen Age une industrie bien plus importante que toutes les autres opérations minières réunies. Cette importance est uniquement comparable avec l'exploitation systématique des grandes mines de charbon au XIXe siècle et avec la découverte et l'exploitation des gisements de pétrole au XXe siècle. Le sous-sol de la France était extrêmement riche en bonnes pierres de taille, plus riche qu'aucun autre pays d'Europe. Pendant les trois siècles de son expansion économique du XIe au XIIIe siècle, la France a charrié plus de pierres que l'Égypte en n'importe quelle période de son histoire, bien que la Grande Pyramide à elle seule ait un volume de 2 500 000 m^3.

Les traces visibles du bouleversement titanesque du sol médiéval ont aujourd'hui pratiquement disparu. Les dizaines de milliers de carrières à ciel ouvert de l'époque ont presque toutes été reconquises par la nature, ainsi la carrière de Berchères-les-Pierres dans la plaine de la Beauce qui a enfanté la cathédrale de Chartres. Quant aux carrières souterraines, percées à flanc de coteaux, leurs ouvertures ont été soit soigneusement fermées pour en faire des champignonnières, soit obturées par l'envahissement progressif des villes. Les fameuses carrières monumentales des Baux de Provence sont l'exception. Les carrières souterraines sont de véritables labyrinthes qui pénètrent, comme à Saint-Leu-d'Esserent au

nord de Paris, à plusieurs kilomètres sous les collines du bord de l'Oise. L'exploitation de Saint-Leu s'est poursuivie sans interruption pendant près de 800 ans sauf pendant la guerre de 1939-1945 quand les Allemands occupèrent le dédale des galeries désaffectées et construisirent un réseau routier et une usine de montage de leurs fusées secrètes (V1). Les alliés attaquèrent ce site médiéval avec un avion équipé d'une bombe à fusée retardée qui anéantit les fusées, les chaînes de montage et les soldats nazis qui en assuraient le fonctionnement.

La technique d'aménagement des carrières — notamment celles se trouvant sous Paris — a été remarquablement étudiée, moins par intérêt archéologique ou historique que pour des raisons de sécurité. En effet, Paris se tailla une réputation de « ville suspendue » avec ses 600 hectares de galeries souterraines serpentant sur 300 kilomètres (alors que le métro ne couvre que 189 kilomètres). Les quartiers les plus minés sont ceux de la rive gauche, sous la montagne Sainte-Geneviève, le jardin du Luxembourg, le jardin des Plantes, la Butte-aux-Cailles. Notre-Dame de Paris contribua activement au creusement des carrières puisqu'elle fut construite, en grande partie, avec des pierres provenant des faubourgs Saint-Michel, Saint-Jacques et Saint-Marcel. Les carriers creusaient de longues galeries parallèles coupées de galeries transversales dont l'ensemble formait une sorte de damier aux multiples cases. Ils avaient ouvert également des galeries superposées qui pouvaient couvrir jusqu'à 3 étages. Des ateliers spacieux étaient aménagés pour dégrossir la pierre et faciliter le passage des charrettes à bœufs ou à chevaux. Pour éviter les effondrements, les ouvriers laissaient des piliers de section rectangulaire appelés piliers tournés ou construisaient des piliers artificiels formés de moellons superposés auxquels on donnait le nom de piliers à bras. Malgré ces précautions, les carriers de l'époque comme les autres

mineurs de fond de plomb ou d'argent, vivaient d'autant plus dangereusement qu'ils étaient presque tous atteints de silicose et souffraient de l'humidité. A l'opposé des mineurs de plomb ou d'argent bien protégés et bien rémunérés que nous rencontrerons dans un chapitre suivant, les carriers n'étaient guère mieux payés que des manœuvres. Dans le rôle de Paris pour l'année 1292, les carriers Guillaume, Pierre, Renaut et Jehan font partie des « menues genz » qui ne paient que douze deniers.

Le coût d'un chargement de pierres étant égal au prix de son transport par voie terrestre sur une distance approximative de 18 kilomètres, le fait de disposer de carrières toutes proches du chantier présentait un avantage financier certain. Aussi avant d'ouvrir un nouveau chantier, les responsables faisaient-ils souvent prospecter les régions avoisinantes pour découvrir des carrières à proximité du lieu de construction. En fait, ils eurent recours à toutes sortes d'ingénieux systèmes pour réaliser le maximum d'économies : faire tailler dans les carrières pour diminuer le poids du matériau à transporter, construire des machines pour charger et décharger les pierres, mais surtout, pour amener la pierre à pied d'œuvre, trouver une voie d'eau qui de tout temps a été le moyen de transport idéal de la pierre en particulier et des matériaux lourds en général. Chaque fois que ce fut possible on utilisa — et même on creusa — des canaux qui permirent de faire circuler les péniches et leur chargement.

La pierre a été un remarquable produit d'exportation pour la France. Depuis le XIe siècle, Caen détient le ruban bleu pour l'exportation de ce minéral. Des flottes entières (chargées de pierres) ont depuis 900 ans débarqué cette importante matière première dans les ports sud et est de l'Angleterre. Guillaume le Conquérant en choisissant de construire Battle Abbey avec ce matériau normand a fait connaître les qualités exceptionnelles de cette pierre. Après 1945, la France

exportera encore de la pierre de Caen pour la reconstruction de la cité de Londres détruite par la Luftwaffe. L'ampleur des importations en Angleterre de la pierre de Caen aux XIIe et XIIIe siècles est révélée par de nombreux documents et comptes détaillés tenus par les fonctionnaires royaux et les chanoines des cathédrales.

L'architecte français, Guillaume de Sens, invité en 1174 à reconstruire le chœur incendié de Cantorbéry :

« S'occupa de se procurer de la pierre outre-mer [1]. »

Ce sera de la pierre de Caen. Pour la construction du château de Winchester, l'on importera le 3 septembre 1222 : « 1 700 pierres de Caen, 4 livres 7 sous ». Pour l'abbaye de Westminster 53 livres 4 sous seront déboursés le 25 mars 1253 pour une cargaison de pierres de la même origine et la tour de Londres paiera 332 livres 2 sous pour 75 cargaisons de pierres taillées de Caen. En 1287, la pierre de Caen utilisée pour construire la cathédrale de Norwich coûte 1 livre 6 sous 8 deniers. Livrée au chantier, sur la côte est de l'Angleterre, à plus de 400 kilomètres de Caen, elle revient à 4 livres 8 sous et 8 deniers : le prix a donc plus que triplé. Voici le détail financier de l'opération :

Transport par bateau jusqu'à Yarmouth :	2 livres 10 sous 8 deniers
Transport sur 6 péniches :	2 sous 2 deniers
Frêt pour le transport sur les rivières Yare et Wensum :	7 sous 2 deniers
Finalement, pour décharger les pierres des péniches près du chantier de la cathédrale :	2 sous

Un examen des comptes de la fabrique d'Autun, pour l'année 1294-1295, révèle que pour estimer le prix de revient réel de

1. Cité dans J. Gimpel, *Les Bâtisseurs de cathédrales*, éd. du Seuil, Paris, 1958, p. 147.

la pierre, il faudrait ajouter aux salaires des carriers et des tailleurs de pierre et au transport, le prix d'une autre matière première de grande importance, le fer. Plus de 10 % des dépenses totales du chantier sont consacrées aux frais des forges de la carrière et du chantier :

A la forge de la carrière 62 sous
en comptant notre fer : 3 livres 2 sous
A la forge d'Autun pour l'année [1] 42 livres 10 sous 6 deniers.

Le fer était au Moyen Age estimé à sa juste valeur comme en témoigne le moine franciscain Barthélémy l'Anglais, en 1260 : « A de nombreux points de vue, le fer est plus utile à l'homme que l'or, bien que les êtres cupides convoitent l'or plus que le fer. Sans fer, le peuple ne pourrait se défendre contre ses ennemis ni faire prévaloir le droit commun; les innocents assurent leur défense grâce au fer et l'impudence des méchants est châtiée par le fer. Aussi bien, tout métier manuel demande l'emploi du fer sans lequel nul ne pourrait cultiver la terre, ni construire une maison [2]. »

Sidérurgie et industrie de guerre.

On a pu dire que l'Age du fer commença réellement avec le Moyen Age. Si à l'époque romaine le bronze fut encore largement employé, au Moyen Age il ne joue plus qu'un rôle minime. Une des causes de l'extension du travail du fer dans les villages tient à la nécessité de ferrer les bêtes de trait du paysan et les montures du chevalier et de ses pairs. Les fers à cheval furent fabriqués en quantité réellement industrielle. Rappelons que Richard Ier, préparant la Croisade, commanda 50 000 fers dans les 60 forges de la forêt de Dean,

1. *Les Bâtisseurs de cathédrales*, p. 61.
2. Cité dans T. A. Rickard, *L'Homme et les Métaux*, Gallimard, Paris, 1938, p. 355-356.

riche en minerai de fer, qui fut surnommée plus tard le Birmingham du Moyen Age.

L'importance croissante que prennent les armures de combat contribue aussi largement au développement de la sidérurgie. La nouvelle tactique de choc inventée par les Francs au VIIIe siècle exigeait une protection plus efficace telle la brogne ou cotte de mailles longue. Celle-ci était d'autant plus nécessaire qu'au Xe siècle apparurent sur les champs de bataille des troupes d'infanterie armées de puissantes arbalètes à ressort de métal. Cette nouvelle arme était si meurtrière que son emploi fut le sujet d'une des premières « conférences de désarmement » du XIIe siècle. En 1139, le concile de Latran en interdit l'usage, mais cette condamnation ne fut pas plus respectée par les militaires de l'époque que d'autres interdictions formulées plus tard.

Sidérurgie et agriculture.

Dans le domaine de l'agriculture, il est plus difficile d'évaluer dans quelle mesure les paysans du Moyen Age utilisèrent le fer plus que les Celtes et les Romains. Très tôt, les outils et instruments agricoles avaient été renforcés à l'aide de morceaux de fer. Le fer étant alors un métal rare, dix fois plus cher qu'il ne l'est aujourd'hui, seul le côté tranchant d'une bêche ou d'une pelle était habillé d'une pièce de fer forgé. Si le soc des lourdes charrues médiévales n'avait pas été au moins partiellement couvert de métal, ces charrues n'auraient jamais pu défricher avec autant de succès les riches terres vierges et les forêts de l'Ouest et du Nord de l'Europe.

Sidérurgie et construction.

Dans le domaine de la construction, une abondante documentation écrite et archéologique prouve que les construc-

teurs du Moyen Age usèrent davantage du fer que leurs prédécesseurs. Dans leur enthousiasme, ils l'employèrent parfois inconsidérément. Croyant renforcer les murs, les ouvriers du Moyen Age scellèrent souvent des chaînages dans la maçonnerie. L'architecte de la Sainte-Chapelle à Paris utilisa ce procédé, responsable de quelques défauts qui apparurent dans l'édifice. L'architecte du « Chapter House », pièce octogonale de l'abbaye de Westminster, construite de 1245 à 1255, utilisa une structure métallique en forme de parasol pour empêcher les murs de s'écarter. Comme on l'avait fait à la Sainte-Chapelle, il fixa aux murs des chaînages qu'il relia à des crampons scellés dans la fine colonne centrale. Malgré son ingéniosité, ce système ne fut pas plus efficace que celui de Paris. Les tiges de métal durent être retirées, remplacées au XIVe siècle, par des arcs-boutants. On peut voir cependant à quelques pas de là, dans les bas-côtés de la nef de l'abbaye des tirants qui maintenaient, et maintiennent encore en position, les murs de l'édifice. Les comptes de chantiers du Moyen Age font mention de toutes sortes d'outils et d'ustensiles en fer : tringles, tiges, serrures et crampons. Ce qui est le plus remarquable c'est la quantité de clous de différents types et calibres alors en usage. En 1390, les entrepôts de Calais stockent 494 000 clous. On trouve dans les comptes de la ville de York, en 1327, une liste de clous *(nails)* aux appellations extrêmement pittoresques mais hélas intraduisibles :

220	braggenayl à 15 deniers le cent.
100	knopnayle à 6 deniers le cent.
3 260	doublenail à 4 deniers le cent.
1 200	greater spyking à 4 deniers le cent.
5 200	spyking à 3 deniers le cent.
3 250	thaknail à 3 deniers le cent.
1 800	lednail à 2 deniers le cent.

300	grapnayl à 2 deniers le cent.
7 760	stotnayl à 2 deniers le cent.
1 100	smaller stotnayl à 1 ½ denier le cent.
300	tyngilnail à 1 denier le cent.
18 600	brodd à 1 denier le cent [1].

Dans les registres, en face du prix des clous débités au poids, on trouve généralement leur provenance. Le fer d'origine locale venait le plus souvent de la forêt de Dean ou du Weald du Sussex. Le fer importé venait surtout d'Espagne, parfois de Suède ou de Normandie; d'une qualité bien supérieure, il était donc nettement plus cher. Ces comptes mentionnent aussi l'importation d'acier nécessaire au renforcement des outils de fer des ouvriers. Des plaques d'acier étaient fixées ou soudées sur le tranchant de ces outils. A Ely, en 1323, un document parle de « 6 étuis d'acier pour recouvrir les outils de fer des maçons [2] ». Au XIVe siècle, à Porchester, il est question d'un achat de 94 livres d'acier espagnol à 1 denier ½ la livre pour « augmenter la résistance des haches et autres outils de maçons [3] ».

L'énergie hydraulique et la fonte.

Ce sont les progrès techniques réalisés à cette époque dans le domaine de la métallurgie qui rendront possible la révolution du XVIIIe siècle. Il faut rendre hommage aux ingénieurs médiévaux qui, les premiers, surent adapter l'énergie hydraulique à la métallurgie. La force motrice de l'eau révolutionna l'industrie du fer, comme elle avait révolutionné la meunerie et le foulage du drap.

Les marteaux, actionnés par la force hydraulique, libé-

1. Cité dans L. F. Salzman, *Building in England down to 1540*, Clarendon Press, Oxford, 1952, p. 304.
2. *Ibid.*, p. 288.
3. *Ibid.*, p. 288.

rèrent peu à peu les forgerons du travail de l'enclume et le rendement augmenta. La frappe fut beaucoup plus régulière et le poids des marteaux put augmenter considérablement pour peser de 150 à 450 kg. « A un stade plus avancé du travail, il faut des marteaux de 300 kg capables de frapper de 60 à 120 coups à la minute, et d'autres, plus légers, pesant de 70 à 80 kg frappant 200 coups à la minute [1]. » Grâce à des soufflets actionnés par la force de l'eau, on réussit à produire un courant d'air assez puissant pour élever la température de l'intérieur des fours à 1200° mais ainsi le four ne donnait plus du fer mais de la fonte. De même que l'on coulait le bronze, on coula la fonte. En Europe, à la fin du Moyen Age la fabrication de la fonte marque une étape capitale dans l'histoire des techniques. Le premier fourneau équipé de souffleries hydrauliques est mentionné dans un document de 1323, mais on admet généralement que le premier véritable haut fourneau date de la fin du XIVe siècle. La diffusion de ces innovations techniques était assurée par les ouvriers spécialisés qui, en se déplaçant à travers l'Europe, les faisaient connaître et adopter par les travailleurs des autres centres métallurgiques. Les moines cisterciens jouèrent aussi un rôle important dans la transmission des connaissances, car ils étaient au moins aussi savants en technique industrielle qu'en agriculture. Chaque monastère possédait une usine, parfois aussi vaste que l'église. A Fontenay et à Royaumont, l'usine médiévale existe encore aujourd'hui. Les moines cisterciens perfectionnaient sans cesse leur équipement et leurs outils afin d'accroître le rendement, donc la valeur et la richesse de leur domaine. Il semble que leurs forges, équipées de marteaux hydrauliques, aient été desti-

1. R. J. Forbes, « Metallurgy » dans *A History of Technology*, éd. C. H. Singer, E. J. Holmyard, A. R. Hall et T. J. Williams, t. 1, Oxford, 1956, p. 75.

nées à assurer d'abord leurs propres besoins. Plus tard, la production augmentant, les cisterciens vendront leur surplus de fer comme ils l'avaient fait de la laine.

Le complexe sidérurgique des cisterciens.

Les cisterciens acceptèrent toujours avec enthousiasme les nouveaux gisements de fer qu'on leur offrait, ainsi que les forges installées généralement non loin des mines. Les actes de donation sont presque toujours accompagnés d'une clause donnant aux moines l'autorisation de couper le bois des forêts pour alimenter les fours, autorisation sans laquelle les gisements auraient été pratiquement inexploitables. Située au centre d'une région minière, l'abbaye de Clairvaux acquit jusqu'au XVIIIe siècle, par donations et par achats, un grand nombre des gisements de fer des environs. En Champagne, à partir de 1250 et jusqu'au XVIIe siècle, les cisterciens furent les premiers producteurs de fer. Au XVIIIe siècle, ils sont les propriétaires de la moitié du complexe sidérurgique du plateau de Langres. Avant même l'année 1330, ils possédaient déjà de 8 à 13 « usines de fer ». Les moines trouvaient encore un avantage supplémentaire à cette exploitation en récupérant les scories riches en phosphates pour empierrer les routes et les chemins qu'on appelait chemins ferrés.

Si des centaines de textes anciens mentionnent les gisements de fer exploités dans toute l'Europe par les cisterciens, rares sont les documents qui citent le plomb, le cuivre, le zinc et encore moins les métaux précieux comme l'or et l'argent. Pourtant, à partir du Xe siècle, l'exploitation des mines d'argent va jouer un rôle de première importance dans l'essor des techniques minières en Europe centrale et contribuer à jeter les bases de la puissance métallurgique européenne. Les mineurs allemands eurent une place prépondérante dans l'expansion de ces techniques, non seule-

ment en Europe centrale, mais sur l'ensemble du continent.

Au VIIIe siècle, suivant l'exemple des Carolingiens, l'Europe fondera sa monnaie sur l'argent, métal moins rare que l'or. Les mines d'argent prirent donc une importance sans cesse croissante. Les particuliers vont thésauriser l'or et c'est seulement à l'époque de la grande prospérité européenne du XIIIe siècle que l'Europe, à nouveau, frappera des pièces d'or : Gênes et Florence en 1252, la France en 1266, Venise en 1284.

Les origines de la puissance métallurgique allemande.

A l'époque romaine, on ne connaissait pas les mines d'argent, ni aucune mine de quelque importance au nord du Danube. En 98 de notre ère, dans *la Germanie*, Tacite pouvait écrire : « ... L'argent et l'or, faveur ou disgrâce, je ne sais, leur ont été déniés par les dieux; pourtant, je n'oserais affirmer qu'aucune veine de Germanie ne produira d'argent ou d'or : car, qui a fait des fouilles [1]? » De fait, lorsque les Allemands commencèrent à s'intéresser aux mines d'argent, ils découvrirent, dès 968, des filons de plomb argentifère sous les collines de Rammelsberg, près de la ville de Goslar, dans le Harz. Ils trouvèrent également de riches gisements de cuivre. A partir du XIe siècle, l'exploitation minière est en pleine activité. En 1136, des marchands qui transportaient du sel-gemme de Halle vers la Bohême en traversant la Saxe dans la région de Freiberg, crurent découvrir du minerai d'argent qu'une crue printanière avait abandonné au pied de la montagne. Ils ramassèrent des échantillons qu'ils emportèrent à Goslar. L'analyse révélant un minerai d'une teneur en argent plus élevée que

1. Tacite, *La Germanie*, V.

celui de Goslar, ce fut la ruée vers l'argent. Dès 1170 la ville de Freiberg, avec ses 30 000 habitants, était un centre connu d'extraction minière et de fonderie.

L'origine essentiellement germanique du vocabulaire minier apporte une preuve supplémentaire de l'importance des mineurs allemands dans la découverte et l'exploitation des mines européennes. A la faveur des mouvements de population vers l'est et le sud-est de l'Europe, des mineurs germaniques se joignirent aux colons qui se dirigeaient vers les pays habités par les Slaves et les Hongrois. « La migration des Allemands de l'autre côté de l'Elbe au XIIe siècle, fut semblable à la ruée des Américains après la guerre de 1812; partant des États de l'Atlantique, ils allaient jusqu'à la Réserve occidentale et la vallée de l'Ohio. Le Nouvel Orient par-delà l'Elbe, au pays slave attirait l'aventurier saxon comme le territoire indien au-delà du Missouri appelait le pionnier américain [1]. »

Les colons allemands arrivèrent à Iglau, puis en Hongrie, dans les régions minières de Schemnitz et Kremnitz. L'habileté et les connaissances des mineurs les firent inviter par les souverains d'Europe, désireux de voir exploiter les richesses du sous-sol de leur pays : mines d'or et d'argent — mais aussi de plomb, de cuivre, d'étain, de zinc et même de fer qu'on trouvait en petite quantité et très près de la surface. Au XIIe siècle, les souverains de Transylvanie et, au XIIIe siècle, les souverains de Serbie firent appel à ces mineurs. Ces pays étaient alors sous le joug ottoman. En Turquie, tout le vocabulaire des mines est germanique. Dès le XIVe siècle, des mineurs allemands travaillaient dans les mines de cuivre de Stora Koppalberg.

Des anecdotes nombreuses prouvent que la recherche

1. T. A. Rickard, *L'Homme et les Métaux*, Gallimard, Paris, 1938, p. 226.

de nouvelles richesses minières n'était pas toujours couronnée de succès. En 1303, quatre mineurs allemands avaient été invités par l'administration royale pour prospecter la région de Flint au pays de Galles. Le salaire princier offert à ces experts prouve l'estime que l'on avait pour leurs services. Du 23 février au 2 mars, chaque mineur touche 7 sous 6 deniers par jour, alors que les deux Anglais chargés de les aider reçoivent respectivement 2 et 3 deniers. Ils découvrent du minerai de cuivre qui semble extrêmement prometteur. On le traite au charbon de bois, mais ce n'est que de la pyrite de cuivre!

Si les souverains d'Europe s'intéressaient à l'exploitation des mines, c'est qu'elles étaient d'un excellent rapport financier. Cet intérêt souleva la question primordiale de savoir à qui appartenait la richesse du sous-sol : au propriétaire du sol ou au suzerain? Dans les dernières années de l'Empire romain, les mines appartenaient presque toujours à l'empereur. Celles qui appartenaient à des particuliers étaient frappées d'une taxe de 10 %. Les seigneurs médiévaux interprétèrent cette ancienne coutume romaine à leur avantage et voulurent faire de ce pourcentage un droit régalien. L'empereur Frédéric Barberousse fut le premier à imposer ce droit à la diète de Roncaglia en 1158. L'année précédente, il avait distribué à trois monastères et à la ville de Goslar les revenus des mines de Rammelsberg. En Europe, les droits régaliens furent appliqués avec plus ou moins de succès. En Angleterre, l'autorité royale parvint à les faire respecter, tandis qu'en France, et ceci jusqu'au XVe siècle, les rois n'imposèrent aucune taxe régalienne à leurs vassaux, souvent assez puissants pour refuser. De toute façon, le territoire français ne recèle pas de filons d'or ou d'argent suffisamment riches. Seule l'Angleterre, avec ses mines de plomb et d'étain était capable de rivaliser avec l'Europe centrale, les pays occidentaux à l'ouest du Rhin étant rela-

tivement pauvres en minerais. La richesse de la France tenait déjà à son agriculture et à son industrie tandis que celle de l'Europe centrale résidait dans ses gisements miniers.

En 5 ans, de 1292 à 1297, les mines du Devon produisirent la valeur de 4 046 livres d'argent et 360 livres de plomb. Un an plus tard, en 1298, la production doubla et passa de 800 livres à 1 450 livres. Les Frescobaldi, riches marchands et financiers florentins s'intéressèrent alors à ces mines au rendement si prometteur. En 1299, ils signent avec le roi d'Angleterre un contrat de location couvrant les mines du Devon. Ce contrat, contenant onze clauses, permettait aux Frescobaldi d'acheter le minerai au prix de 5 sous la charge, ou même moins si les deux parties se mettaient d'accord sur un prix inférieur. Tous les frais étaient à la charge du locataire. Celui-ci devait verser au roi 20 sous par charge et payer aux ouvriers un salaire équivalent à celui qu'ils recevaient avant la signature du contrat ou s'il le pouvait, après arrangement mutuel, un salaire moindre. Au roi, revenait l'obligation de l'entretien, c'est-à-dire qu'il devait rembourser aux Frescobaldi les frais d'achat de machines neuves et de percement des nouveaux puits. Il semble que les Frescobaldi ne purent rien obtenir à prix réduit, ni les salaires des employés, ni les 3 600 charges de minerai qu'ils achetèrent en Cornouailles. Leurs pertes furent lourdes; aussi l'année suivante, les Florentins ne renouvelèrent-ils pas leur contrat. Le roi d'Angleterre reprit alors à son compte l'exploitation des mines. En 1305, la production d'argent rapporta 1 773 livres, somme supérieure à celle de 1298, qui pourtant avait été une très bonne année.

A partir du XIVe siècle, la production baisse considérablement : les mines s'épuisent. Cependant, les mineurs poursuivent leurs prospections, avec plus ou moins de succès. En 1303, les spécialistes allemands n'avaient trouvé que

de la pyrite de cuivre, mais en 1330, ils ont la chance de découvrir un riche gisement de plomb argentifère, près de la ville de Priddy en Somerset. Un rapport plein d'optimisme est rédigé et envoyé à l'évêque de Bath et Wells :

« ... Sachez, Monseigneur, que vos ouvriers viennent de découvrir une splendide mine de plomb sous les collines des Mendips, à l'est de Priddy et que cette mine sera extrêmement facile à exploiter, car elle n'est qu'à quelque 5 ou 6 pieds de la surface du sol. Vos travailleurs, cependant, sont parfois des filous qui savent astucieusement séparer le plomb de l'argent. Dès qu'ils en ont obtenu une bonne quantité, ils quittent leur travail, en emportant l'argent. C'est arrivé si souvent que vos baillis font maintenant transporter tout le minerai à traiter jusqu'à votre propriété de Wookey, où se trouve un four surveillé par des hommes sûrs, choisis par votre représentant. Votre représentant, le bailli et tous les travailleurs pensent que ce minerai de plomb est très riche en argent, car il est d'une grande pureté de couleur et de son. Ils vous demandent de leur trouver le plus vite possible un bon ouvrier en qui ils puissent avoir toute confiance. J'ai vu sur place le premier lingot de plomb fondu. Il est grand et lourd. Frappé, il rend un son semblable à celui de l'argent. Nous pensons tous que si cette affaire est honnêtement menée, elle vous sera extrêmement profitable, ainsi qu'à tout le voisinage. Quand vous aurez trouvé un homme de confiance, il faudra traiter le minerai à l'endroit même où il est déterré, ceci pour économiser le transport d'un matériau aussi lourd sur une longue distance. Le minerai se présente en grains, comme du sable [1]. »

Les mineurs du Moyen Age exploitèrent surtout les lits alluviaux des rivières. Si pour les prospecteurs l'eau était

1. L. F. Salzman, *English Industries of the Middle Ages*, Clarendon Press, Oxford, 1923, p. 20.

une bénédiction, c'était une malédiction pour les mineurs qui la voyaient s'accumuler à la mauvaise saison dans les galeries profondes des mines de plomb et d'argent. Aussi, dès 1197, tenta-t-on d'évacuer l'eau en créant des areines, galeries de drainage légèrement inclinées allant du fond de la mine vers une ouverture pratiquée à flanc de colline. Ces travaux d'aménagement qui pouvaient mobiliser jusqu'à cent mineurs, comme ce fut le cas pour les areines du Devon en Angleterre, furent coûteux mais couronnés de succès : les mineurs purent travailler toute l'année, été comme hiver, sans craindre l'inondation. A Liège, l'opération fut doublement rentable puisque l'eau ainsi drainée fut distribuée comme eau potable aux habitants de la ville.

3

La révolution agricole

Le climat.

Si l'absence ou l'abondance d'eau modifie les conditions de sécurité des mineurs de fond, si elle détermine la richesse énergétique de telle ou telle région, elle conditionne bien davantage encore l'agriculture. Or, le climat — dont le régime hydraulique est tributaire — a subi des variations sensibles au cours des siècles. En effet, la recherche scientifique et historique de ces dernières années prouve que le climat de l'Angleterre, et du reste de l'Europe, était plus sec et plus doux aux environs de l'An mil qu'au XXe siècle. La température moyenne n'y était sans doute supérieure que d'un ou de deux degrés, mais cela permit, par exemple, la culture assez intensive de la vigne dans l'Angleterre médiévale.

Les méthodes de recherche climatologique.

Les méthodes utilisées pour étudier les variations climatologiques sont diverses, mais leurs conclusions concordent généralement. Une méthode hautement développée est la *dendroclimatologie*, ou étude des anneaux du tronc d'arbre dont les caractéristiques varient avec les conditions météorologiques. Cette méthode est très en vogue aux États-Unis où les arbres vieux de plus de mille ans sont nombreux. *La glaciologie*, ou étude de l'avance et du recul des glaciers,

est très utilisée en Europe, notamment dans les Alpes du Tyrol où les mouvements du glacier Fernau sont très intéressants. En 1966, une équipe de chercheurs américains parvint à percer la calotte glaciaire du Groenland, sur un diamètre de 12 centimètres et sur une profondeur de 1 390 mètres. Mille siècles d'histoire... et de glace sont désormais à la disposition des savants qui peuvent étudier ce glaçon monumental. En France, E. Le Roy Ladurie[1] a perfectionné la méthode *phénologique* ou analyse, année par année, des dates de maturité des fruits et des céréales. Ayant étudié en détails la date des vendanges, il put établir une courbe phénologique qui révèle, pour les décennies étudiées, d'importantes variations climatiques.

Du chaud et du froid.

Si nous étudions les mouvements du glacier Fernau depuis trois mille ans, nous constatons que le premier millénaire avant Jésus-Christ fut, dans l'ensemble, une période froide, particulièrement entre les années 900 et 300. A l'époque romaine, de 300 avant J.-C. jusqu'à 400 après J.-C. le glacier recula, puis avança de nouveau jusqu'au milieu du VIIIe siècle. A partir de 750 et jusqu'en 1215 environ, l'Europe devint plus chaude et plus sèche. Cette période correspond à un optimum du climat qui présente une haute importance historique car c'est l'époque qui voit la naissance de l'Europe. Vient ensuite une période froide assez courte qui s'achève en 1350, suivie d'une longue période froide souvent appelée « le petit âge glaciaire », qui s'étale de 1550 à 1850, avec un XVIIe siècle glacial. Finalement, au milieu du XIXe siècle, nous entrons dans une période chaude, avec une pointe maximale vers les années 1930. Malheureusement, depuis

1. E. Le Roy Ladurie, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Flammarion, Paris, 1967.

1940, cette vague de chaleur semble s'éloigner sans que les climatologistes puissent prédire quand ce mouvement s'arrêtera.

S'il est difficile d'évaluer exactement les effets d'un optimum climatique sur l'expansion agricole et sur l'accroissement démographique en Europe durant le haut Moyen Age, il est facile de comprendre pourquoi et comment des conditions météorologiques favorables aidèrent les voyages et les incursions des Vikings dans toute la région septentrionale de notre hémisphère : vers l'Islande au IXe siècle, vers le Groenland au Xe siècle, plus tard sans doute vers Terre-Neuve. Il semble qu'à cette époque les tempêtes aient été moins fréquentes en mer du Nord et sur l'Atlantique que de nos jours. Les icebergs descendaient rarement au-delà du 70e parallèle.

Le Groenland (Greenland) doit son nom à la verte luxuriance de ses pâturages autour des fjords du Sud. Des établissements y prospérèrent pendant plusieurs siècles et une cathédrale y fut construite. Mais les changements de climat du XIIIe siècle provoquèrent le glissement d'icebergs le long de la côte est. Les habitants du Groenland se trouvèrent progressivement isolés de l'Islande et du continent et privés de ravitaillement. Les communautés humaines disparurent les unes après les autres si bien qu'au début du XVIe siècle, il ne restait plus de Vikings au Groenland. Alors qu'en Europe la différence de température entre le Moyen Age et nos jours est d'environ de 1 à 2 degrés, au Groenland elle est supérieure (entre 2 et 4 degrés).

En Europe occidentale, la période sèche et chaude a joué un rôle déterminant dans le retrait des forêts qui couvraient jusque-là une grande partie du continent. L'analyse du pollen montre qu'en certaines régions la croissance des forêts s'arrêta. Ce ralentissement permit de défricher avec moins de difficultés puis d'utiliser la charrue. L'adoucis-

sement du climat a donc favorisé la culture des céréales, exactement comme au cours du quatrième millénaire, un ensoleillement exceptionnel avait rendu possible, pour la première fois, la culture du blé dans les régions de Magdebourg, Cologne et Liège, entre les années 3200 et 3000 avant notre ère.

L'influence du climat sur les moissons et la croissance des arbres est facile à mesurer dans les régions montagneuses. Entre les années 1300 et 1500, dans la Forêt-Noire et dans les Vosges, l'altitude à partir de laquelle certains arbres ne poussent plus, baissa d'environ 150 mètres. A partir de 1300, dans les régions montagneuses de l'Europe centrale, la limite de culture des céréales et des arbres fruitiers est aussi à plus basse altitude. En Allemagne (Bade), la limite supérieure de la culture de la vigne tomba de 220 mètres. Au cours des XIIe et XIIIe siècles, dans les collines du Nord de l'Angleterre, la limite des labours était plus élevée que de nos jours.

Le cheval et son attelage.

La superficie des labours allant en augmentant, les techniques agricoles subirent de profondes mutations et s'améliorèrent considérablement. Pour l'exploitation du grand domaine foncier, comme pour celle de l'humble parcelle du serf, les bêtes de trait prirent une valeur inestimable et la promotion du cheval en tant que force motrice fut un des atouts puissants qui permit l'expansion de l'économie, non seulement dans le domaine des labours, mais aussi dans celui du transport des matériaux lourds. Au XIIIe siècle, un train de bêtes de somme pouvait déplacer une charge aussi lourde que celle d'un attelage du début du XXe siècle.

Les livres de comptes des chantiers de la ville de Troyes nous offrent un exemple précis de cette force motrice ani-

male : une paire de chevaux tirant une charrette déplace un chargement de cinq tonnes (dont 2 500 kg de pierres). Quand, exceptionnellement, le poids des pierres passait à 3 900 kg, les chevaux déplaçaient plus de six tonnes. Comparé à la demi-tonne autorisée par les règlements en vigueur dans le monde antique, ce chiffre est considérable. En effet, un décret du Code théodosien de l'an 438 interdisait, sous peine d'amende, un chargement de plus de 500 kg. Dans l'Antiquité, la force motrice des chevaux était si faible que ces animaux ne furent jamais employés pour les travaux des champs. Comment les hommes du Moyen Age réussirent-ils, alors, à augmenter la puissance du cheval pour parvenir à déplacer des charges aussi pesantes et labourer les lourdes terres de l'Europe du Nord?

Jusqu'en 1931, date de la publication de *l'Attelage — le Cheval à travers les âges, Contribution à l'histoire de l'esclavage*, par l'officier de cavalerie Lefebvre des Noëttes, aucun historien ne s'était demandé pourquoi les Anciens avaient si mal tiré parti des ressources de l'énergie hippique, ni pourquoi les hommes du Moyen Age avaient si brillamment innové en ce domaine? Selon la théorie de Lefebvre des Noëttes, le monde antique n'avait jamais su atteler correctement le cheval et s'était contenté d'adapter le joug des bœufs, sans voir combien cette méthode était inefficace. En effet, dès que les chevaux se mettaient en marche, les courroies pressant la veine jugulaire et la trachée-artère, forçaient les bêtes à rejeter violemment la tête en arrière pour éviter la strangulation, selon un mouvement immortalisé par les sculptures du Parthénon. En 1910, Lefebvre des Noëttes chercha à vérifier ses théories et entreprit une série d'expériences pratiques. Il attela des chevaux comme sur les monuments grecs et romains et il constata que les chevaux avaient des difficultés à tirer une charge de plus de 500 kg, ce qui prouve les mérites du Code de Théodose.

La façon correcte d'atteler un cheval consiste à poser sur ses épaules un collier rigide ne gênant pas sa respiration. Ce type de harnais qui aurait été, semble-t-il, inventé pour les chameaux dans les steppes séparant la Chine de la forêt sibérienne fit son apparition en Europe au VIIIe siècle et sa plus ancienne représentation graphique date approximativement de l'an 800. Nous savons que des chevaux labouraient sans doute avec des colliers rigides sur la côte nord de la Norvège, à la fin du IXe siècle, date qui inaugure les débuts de l'emploi du cheval dans les travaux agricoles. Des chevaux tirant une herse figurent sur la bordure de la « tapisserie » de Bayeux (XIe siècle). A la même époque, sur la tapisserie de la Création de la cathédrale de Gérone (Espagne), nous voyons un attelage de labour avec un harnachement moderne. A partir de cette date, les représentations de chevaux correctement harnachés se font de plus en plus nombreuses.

Le rendement du cheval fut encore amélioré par l'adjonction de fers cloués qui assuraient la protection des sabots en terrains rocailleux, lourds et humides. Les Romains avaient fabriqué des sandales de cuir et de cordes, mais celles-ci s'usaient très vite. Ils imaginèrent ensuite des sandales en fer, fixées aux sabots à l'aide de fils de métal, mais les chevaux les perdaient au premier galop. Les Romains considéraient ces sandales comme un signe extérieur de richesse : Néron faisait ferrer ses mules avec de l'argent et Poppée avec des plaques d'or. Si l'on en juge par les trouvailles archéologiques faites dans des tombes du IXe et du Xe siècle, les cavaliers nomades de la région du Yenesse, en Sibérie, auraient été les premiers à avoir su clouer des fers aux sabots de leurs chevaux. A la même époque, Byzance et l'Occident commencent à les utiliser et à partir du XIe siècle, les fers sont partout connus.

Le *Domesday Book* nous apprend qu'en Angleterre, dans

le comté de Hereford, 6 forgerons étaient tenus de fabriquer chacun 120 fers par an pour l'usage du roi. Indispensables pour la guerre, l'agriculture et les transports, ces fers seront fabriqués en grande série à partir du XIIe siècle. En 1254, le complexe métallurgique du Weald dans le Kent et le Sussex rivalise avec celui de la forêt de Dean et fabrique 30 000 fers et 60 000 clous (et cependant, il fallait sûrement plus de 2 clous par fer!). A partir du XIIe siècle, sur les documents iconographiques, les clous sont très clairement visibles. Dans ses dessins, l'architecte-ingénieur Villard de Honnecourt souligne la qualité technique du ferrage des chevaux au XIIIe siècle.

Les hommes du Moyen Age firent une autre découverte technique riche de conséquences et que les Romains n'avaient pas su faire : l'attelage des chevaux les uns derrière les autres, en file, pour que chaque animal ajoutât sa force de trait à la force du cheval attelé aux brancards. Lefebvre des Noëttes, qui avait eu le mérite de comprendre l'importance du harnais et des fers, ne sut pas apprécier le rôle que le cheval avait joué dans l'agriculture médiévale. Le cheval, victime d'un préjugé tenace, ne fut pas adopté partout en même temps. Il allait contre la coutume établie et exigeait une importante mise de fonds. Il fallut apprendre à élever, à soigner, à nourrir les chevaux, et donc faire face à un problème nouveau : cultiver de l'avoine. Pour toutes ces raisons, les chevaux, comme plus tard les tracteurs, ne furent achetés que par des fermiers à la fois riches et entreprenants. Le tableau suivant montre clairement pourquoi le cheval remplaça progressivement le bœuf, comme animal de labour [1].

1 R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, t. II, Brill, Leiden, 1965, p. 85.

PUISSANCE MUSCULAIRE DE L'HOMME ET DE DIVERS ANIMAUX

	pression exercée en kg	vitesse en m/s	kg en m/s	rapport
cheval de trait	54	1,10	60	1,00
bœuf	54	0,73	40	0,66
mulet	27	1,10	30	0,50
âne	14	1,10	15	0,25
homme (pompage)	6	0,76	4,6	0,076
homme (tournage de manivelle)	8	0,76	6,2	0,104

1 cheval-vapeur vaut environ 76 kg-m/s ou 4 560 kg m/m.
Les pressions exercées sont ici les pressions réelles, mesurées par un dynamomètre et non pas les poids transportés.

La force de traction du cheval et celle du bœuf sont approximativement égales, mais comme le cheval se déplace une fois et demie plus vite (1,10 m/s au lieu de 0,73 m/s), la puissance produite est une fois et demie supérieure (60 kgm/s au lieu de 40 kgm/s). Le cheval offre un autre avantage : plus endurant que le bœuf, il peut travailler aux champs deux heures de plus par jour. G. Duby écrit : « Le cheval, en effet, est beaucoup plus rapide que le bœuf. L'employer, c'était accélérer considérablement les façons de la terre, donc se donner les moyens de multiplier les labours, et aussi de passer la herse que, dès le XIe siècle, la tapisserie de Bayeux montre traînée par un cheval. L'abandon de l'attelage bovin engageait aussi à étendre la culture de l'avoine; il semble ainsi lié à une pratique plus régulière de la rotation triennale. Dans les campagnes qui s'y résolurent, il permit surtout d'améliorer notablement la préparation de la terre, donc sa fertilité, de réduire les temps de jachère, de hausser le rapport des semailles. Il marque l'avènement d'un système agraire plus hautement productif[1]. »

1. G. Duby, *L'Économie rurale et la Vie des campagnes dans l'Occident médiéval*, Aubier, Paris, 1962, p. 200.

Au XIIe siècle, dans les pays slaves, la norme de travail était ce qu'un cheval ou deux bœufs pouvaient labourer en un jour. Les registres de comptes mentionnent des chevaux de plus en plus souvent. A Elton, dans le domaine de l'abbaye de Ramsey, on dénombre, en 1125, 40 bœufs et 2 chevaux; après 1160, le troupeau de bovins est réduit à 24 têtes et le nombre des chevaux passe à 8. Dès le XIIIe siècle, il semble qu'en Normandie on ait presque complètement abandonné les bœufs en faveur des chevaux. A Palaiseau dès 1218 et à Gonesse en 1277, seuls les chevaux étaient employés au labour. Pourtant, les attelages de bœufs ne disparurent pas complètement des paysages d'Europe au XIIIe siècle. Si en France, notamment dans le Sud-Est, les bœufs furent encore utilisés longtemps, c'est sans doute parce qu'il est difficile d'obtenir une bonne récolte d'avoine sur les sols secs et légers du midi.

L'Angleterre du XIIIe siècle vit un recul dans la promotion du cheval de labour, recul auquel l'opposition de Walter de Henley, auteur d'un traité d'agronomie, n'est peut-être pas étrangère. « Il vous faudra labourer avec des bœufs plutôt qu'avec des chevaux, car si le sol n'est pas pierreux le bœuf pourra avancer à la vitesse désirée. Et, je vais même ajouter : le cheval est plus coûteux que le bœuf. » Pour étayer ses thèses, il allait jusqu'à reprocher aux laboureurs de travailler au ralenti et il leur attribue le premier exemple connu de grève perlée : « La charrue attelée avec des bœufs pourra labourer autant de sillons qu'une charrue tirée par un cheval, parce que c'est la mauvaise volonté du laboureur qui empêche le cheval d'avancer plus vite que le bœuf [1]. »

1. *Walter of Henley and other Treatises on Estate Management and Accounting*, éd. Dorothea Oschensky, Clarendon Press, Oxford, 1971, c. 37, p. 319.

L'agriculture devient une science.

Mise à part cette erreur de jugement concernant l'avenir du cheval de labour, le *Traité d'agronomie* de Walter de Henley compte parmi les meilleurs des nombreux textes didactiques écrits au XIIIe siècle en Angleterre avec celui de Robert Grossetête paru en 1240 et deux textes anonymes appelés *Seneschaucy* et *Husbandry*. Ces traités expliquent comment gérer une exploitation agricole et, avec une approche très moderne, recommandent l'adoption de méthodes expérimentales et d'une comptabilité bien ordonnée dont les registres seraient vérifiables annuellement par des experts. Extrêmement populaires, ces traités furent copiés et recopiés à l'usage des propriétaires désireux d'améliorer la productivité de leurs terres. Du seul texte de Walter de Henley trente-deux copies faites d'après le manuscrit original sont parvenues jusqu'à nous.

Le succès de ces textes vers la fin du XIIIe siècle s'explique par un acte du Parlement promulgué en 1258 selon lequel tout administrateur de domaine, intendant ou bailli, coupable de fraudes et d'ingérance serait passible d'emprisonnement. Les grands propriétaires terriens bénéficièrent énormément de cette législation qui leur était favorable puisqu'elle préconisait l'exploitation systématique, donc le rendement maximal de leurs biens fonciers. Ces propriétaires prirent un réel intérêt à l'exploitation de leurs domaines et employèrent un personnel hautement qualifié en agronomie, en droit et en comptabilité, recruté dans des cités telles qu'Oxford où existaient déjà... « des écoles de commerce où l'on enseignait l'art de la correspondance d'affaires, ainsi que la rédaction d'actes judiciaires, de contrats, et de comptes [1] ». Walter de Henley avait sans doute acquis ses

1. *Walter of Henley and other Treatises...*, p. 148.

connaissances techniques quand il était intendant sur les terres d'une grande exploitation des Midlands. Donna-t-il à l'occasion de ses visites dans les écoles d'Oxford, des cours d'économie domestique? C'est ce que nous laisse deviner un document de 1286, dans lequel il nous est dit « ... qu'il s'en alla, emportant le texte du traité, après avoir permis qu'on en fît une copie destinée à l'enseignement [1] ». Les historiens considèrent Walter de Henley comme le pionnier des méthodes expérimentales en agriculture. Ses écrits révèlent un esprit d'une grande indépendance, libre de tout conservatisme, n'hésitant jamais à défendre les opinions les moins orthodoxes, quand elles sont fondées sur des observations personnelles. Il invitait ses lecteurs à douter systématiquement et à se poser des questions : « ... Et voulez-vous l'admettre? Labourez dans la même journée deux parcelles de votre champ. Dans la première, semez des graines que vous avez achetées — dans la seconde, des graines issues de votre propre récolte. Au temps de la moisson, vous verrez si j'ai dit vrai [2]. » Et, plus loin : « ... Voulez-vous bien l'admettre? Quand le blé est sorti de terre, postez-vous à un bout du sillon et regardez le champ dans toute sa longueur et vous verrez si j'ai dit vrai [3]. »

Des semailles et des moissons.

Lire Walter de Henley, c'est comprendre réellement la nature des difficultés techniques de son époque. Il examina scrupuleusement les mérites comparés des méthodes d'exploitation reposant sur l'assolement biennal et triennal et ses vues sont solidement étayées par des calculs précis. La question de l'alternance des récoltes avait toujours été, pour les

1. *Walter of Henley and other Treatises...*, p. 148.
2. *Ibid.*, c. 62, p. 325.
3. *Ibid.*, c. 46, p. 321.

agriculteurs médiévaux, une question vitale. L'adoption de l'assolement triennal fut un pas décisif dans la marche des inventions et des perfectionnements. Les Romains n'avaient connu que l'alternance de deux récoltes : le champ était, un an sur deux, laissé en jachère, c'est-à-dire sans être ensemencé, afin de permettre au sol de se reposer, de se reconstituer grâce à l'apport d'engrais et de déchets animaux.

Système des trois champs ou assolement triennal.

Le système triennal, que l'on commence à employer peut-être à partir du VIIIe siècle, est bien plus complexe. Le champ est divisé en trois parcelles égales. Au cours de la première année, la première parcelle est utilisée pour les blés d'hiver; la deuxième est plantée, par exemple, d'avoine, qui est une récolte de printemps; la troisième est laissée en friche. La deuxième année, la friche ou jachère est ensemencée avec une moisson d'hiver tandis que la première parcelle reçoit les graines d'une moisson de printemps, et que la deuxième reste en friche. La troisième année, la première parcelle est laissée en jachère, la deuxième reçoit la récolte d'hiver et la

	1re année	2e année	3e année	1re année
1re sole	——	....		——
2e sole	.....		——	.....
3e sole		——	.....	.

Plantations d'hiver = —— Plantations de printemps = ...

troisième, celle de printemps. Le cycle recommence à partir de la quatrième année.

L'assolement triennal a plusieurs avantages évidents, et en premier lieu une meilleure mise en valeur des terres arables puisque 30 % seulement de la surface totale est laissée en jachère contre 50 % dans le système des deux parcelles. Par ailleurs, récolter deux moissons à des époques différentes de l'année constitue une assurance contre l'éventualité d'une mauvaise saison et permet une meilleure répartition des labours le long des mois de l'année. Enfin, la culture de l'avoine comme céréale de printemps assure le fourrage des chevaux, là où ils sont préférés aux bovins comme bêtes de trait.

Mais « l'invention » qui marqua le plus l'agriculture médiévale est celle de la charrue lourde à versoir, à peu près telle que nous la connaissons aujourd'hui. Cette invention fut, pour l'avenir de l'agriculture, bien plus riche en conséquences que l'utilisation de l'énergie hippique puisque, dans bien des régions, on utilisa longtemps les bœufs et que la généralisation de l'assolement triennal fut lente à s'imposer en Europe. Les Romains avaient surtout connu l'araire, instrument de labour symétrique, assez bien adapté aux terrains secs du bassin méditerranéen, mais incapable d'autre action qu'une écorchure superficielle des lourdes terres humides du nord de l'Europe. La nouvelle charrue ne se répandit vraiment qu'au XIe siècle. C'est un outil remarquable, armé d'un coutre pénétrant verticalement le sol, d'un soc cassant les tiges et surtout d'un versoir recourbé qui rejette la terre de côté après l'avoir fendue profondément. Cette charrue qui a maintenant deux roues est facile à déplacer d'un champ à l'autre et le laboureur qui la guide peut aisément contrôler la profondeur et la régularité des sillons. C'est cette charrue puissante qui permit le défrichement de vastes zones forestières et de riches plaines alluviales que

les premiers occupants du sol, à l'époque du Haut Moyen Age, n'avaient jamais réussi à mettre en valeur. L'usage généralisé de cette charrue eut de profondes répercussions. Tout d'abord, il devint indispensable d'employer plusieurs bêtes de trait : on fit des attelages de 6 à 8 bœufs, ou de 2 à 4 chevaux et même de 2 chevaux et de 6 bœufs. Pour manœuvrer en bout de champ un train si pesant, il fallut modifier la topographie traditionnelle et créer des parcelles plus grandes et plus longues. Les groupements humains évoluèrent vers un système de communauté agricole dans la mesure où le simple tenancier ou fermier ne pouvait à lui seul financer l'achat d'une charrue et des bêtes de trait. L'usage de la herse, tirée perpendiculairement aux sillons, permettait de recouvrir de terre les semences qui s'y trouvaient, assurant ainsi une bonne germination.

Walter de Henley expliquait à son auditoire, ainsi qu'aux lecteurs de son traité, comment s'y prendre pour utiliser la charrue sur des terres en friche, le premier labourage devant être effectué en profondeur pour ramener la terre fertile à la surface, sans « retourner la terre plus qu'il ne le faut pour détruire complètement les chardons et les mauvaises herbes. Si votre terre est trop bien remuée, l'eau s'y infiltrera. Au temps des semailles, votre charrue n'aurait aucune prise et s'embourberait. Si, à ce moment-là, vous pouvez creuser un sillon deux doigts plus profond que le sillon du second labour, vous vous trouverez en terrain ferme, sain et sec et le 'tillage' sera fructueux [1] ». Les agronomes médiévaux surent donner la première place au problème de l'accroissement de la production : Walter de Henley lui consacre plus de 10 % de son traité. Il s'intéresse à l'achat des semences pour les semailles d'hiver et donne notamment le conseil suivant : « A la Saint-Michel, prenez des graines

1. *Walter of Henley and other Treatises...*, c. 44, p. 321.

d'ailleurs pour constituer votre semence habituelle de l'année. Votre récolte se trouvera enrichie par ces graines nées sur le terrain d'un autre [1]. »

Il n'explique pas pourquoi il en est ainsi, mais, il propose une démonstration pratique : « Le même jour, semez côte à côte des graines que vous aurez cultivées vous-même et des graines achetées. Au temps de la moisson, vous aurez une récolte superbe et qui prouvera l'exactitude de mes théories [2]. » Engrais et fumier étant fort rares et donc fort convoités, il énumère plusieurs types d'engrais et suggère des méthodes pour en améliorer la qualité. Puis, il explique quand et comment il faut étendre le fumier sur la terre arable et comment l'intégrer au sol. L'auteur anonyme du traité *Seneschaucy* recommandait « qu'aucune exploitation agricole manoriale ne vende son chaume. Ne ramassez que la quantité absolument indispensable pour couvrir la toiture des maisons. Le reste devra être enfoui dans le sol [3]... Coupez le blé haut et laissez mourir les éteules. S'il vous reste de la paille et du foin, disposez-en sur les terrains et les chemins boueux pour en faire du terreau [4] ». Comme engrais Walter de Henley vante aussi les mérites de la marne, riche terreau composé de carbonate de calcium et de matières argilacées que l'on trouve dans certains sols de l'Angleterre, en Ile-de-France, en Normandie et en Anjou. Le marnage de la terre, pratiqué dans l'Antiquité, cessa à l'époque barbare et fut réintroduit au temps de Charlemagne. Une once de fumier valant son pesant d'or, il n'en fallait rien gaspiller, et à cet usage, l'animal le plus précieux était le mouton. Comme ses excréments enrichissent le sol, des troupeaux de moutons étaient menés, en grande cérémonie, sur les terres en friche

1. *Walter of Henley and other Treatises* c. 62, p. 325.
2. *Ibid.*, c. 62, p. 325.
3. *Ibid.*, c. 23, p. 271.
4. *Ibid.*, c. 41, p. 279.

que les sabots des bêtes piétinaient et retournaient. Avec raison, on parlait de sabots d'or. Tous les traités d'agronomie de l'époque font grand cas du mouton et l'auteur de *Seneschaucy* affirme le plus sérieusement du monde, que rien, pas même un spectacle de lutteurs, ne doit détourner les bergers de leur devoir. Walter de Henley avait calculé que 20 brebis valaient autant que 2 vaches et pouvaient donner 6 kg de fromage et 1 kg de beurre par semaine. Aucun autre animal de la ferme ne fut aussi utile au paysan médiéval que celui-ci : sa viande est comestible, sa peau une fois traitée devient du parchemin, ce qui n'est pas d'un mince bénéfice puisqu'au XIIe siècle, le prix du parchemin monte en flèche, l'enthousiasme pour l'éducation faisant augmenter le besoin en livres. La taille des manuscrits rédigés sur parchemin depuis le Xe siècle augmenta progressivement et atteignit son maximum au XIIIe siècle, ce qui prouve le succès d'une reproduction soigneusement sélective à l'intérieur du troupeau.

La laine, la viande et le vin, produits de consommation.

Mais, c'est la laine qui fait la valeur réelle du mouton et, là encore, une rigoureuse sélection contribua à obtenir une race à laine longue. Des béliers, tels ceux de Lindsey dans le comté de Lincoln qui offraient la garantie d'une laine de qualité constante furent choisis pour la reproduction. Améliorer la race ovine promettait de substantiels bénéfices. En 1196, le manoir de Sulby, dans le comté de Northampton, investit 33 sous et 4 deniers dans la création d'un troupeau de 100 moutons producteurs d'une laine de haute qualité. Investissement profitable, puisque le revenu annuel du domaine passa de 9 livres 2 à 10 livres. En 1320, Thierry d'Hireçon acheta 160 moutons au prix de 8 sous 6 deniers l'un. L'année suivante, il les revend au prix de 10 sous 6 deniers, deux bêtes seulement étant mortes dans l'inter-

valle. Il avait dépensé 68 livres. La vente lui en rapporta 83. Et ce n'est pas là le seul profit de la transaction puisque la vente de la laine rapporta 52 livres. Thierry d'Hireçon réalisait un bénéfice de 100 %.

Dans l'économie de l'Occident médiéval, la laine fut la matière première la plus importante. Les grandes entreprises de l'industrie lainière, déjà capitaliste, implantées en Flandres et à Florence, absorbaient plus de dix millions de toisons par an. Leur existence même dépendait de la livraison régulière de cette énorme quantité de laine. Quand le producteur principal, l'Angleterre, menaçait de couper l'approvisionnement, l'industrie de la laine était pratiquement réduite au chômage. C'est ce qui arriva, en 1297, en Flandres où le manque de laine engendra misère et famine. Le pays se vida « parce que les gens ne recevaient plus les laines d'Angleterre ». La demande en laine anglaise — qui était la plus recherchée par les acheteurs européens — encouragea les petits et grands propriétaires terriens d'Angleterre et d'Écosse à intensifier l'élevage du mouton. En 1273, les éleveurs anglais tondirent quelque 8 millions de bêtes dont les toisons, pesant approximativement 3 millions 500 000 kg furent empaquetées dans 32 743 sacs pour être expédiées outre-mer, vers les centres industriels lainiers. Les acheteurs étrangers, italiens et flamands, cherchèrent, chaque fois qu'ils le purent, à signer des contrats de longue durée, en tout cas en Angleterre, avec les moines cisterciens spécialisés dans l'élevage pour l'exportation. L'abbaye de Fountains, dans le comté d'York, élevait jusqu'à 18 000 bêtes, Rievaulx 14 000, Jervaulx 12 000, chacun expédiant respectivement 76, 60 et 50 sacs de laine annuellement. Un contrat passé avec les cisterciens était, pour l'acheteur, une garantie de qualité, car leurs animaux étaient soigneusement sélectionnés. Par ailleurs, les monastères cisterciens offraient l'avantage d'une organisation extrêmement centralisée où une seule et même

personne, l'intendant, supervisait les affaires domestiques et commerciales de la communauté et ses relations d'affaires.

Ces moines tinrent une place importante dans la vie économique du Moyen Age. L'ordre cistercien avait été fondé en 1098 par Robert de Molesme qui, entouré de quelques compagnons, s'était retiré dans la forêt de Cîteaux, en Bourgogne, pour tenter de revenir à la règle établie par saint Benoît. L'ordre ne prit son véritable essor qu'après l'arrivée, en 1112, du futur saint Bernard. Mais les moines devinrent l'objet de critiques et de controverses qui ne visaient pas tant leur idéal, en général très admiré, que les conséquences fâcheuses que cet idéal, pleinement atteint et vécu, avait sur la vie économique du pays.

Les fermes-modèles cisterciennes.

Dans leur désir de fuir le monde agité des villes, les cisterciens s'étaient installés dans des régions isolées « loin des habitations des hommes », un peu comme le font de nos jours les adeptes des théories de la contre-culture. Pour maintenir leur indépendance vis-à-vis du monde extérieur et pour assurer leur propre existence, les moines créèrent une organisation économique reposant sur une excellente administration et de solides compétences dans des domaines techniques nombreux et divers. Ils faisaient fonctionner « les usines » les plus modernes d'Europe. Nous avons déjà dit le rôle qu'ils jouèrent dans le développement, en Europe, de l'énergie hydraulique, de la métallurgie naissante et du traitement du minerai de fer. Dans le domaine de l'agriculture, nous venons de voir les monastères anglais créer une économie dirigée vers l'exportation de la laine. Sur tout le continent, les moines construisirent, autour de leur domaine, un réseau de fermes et de granges modèles. Ce sont les frères convers qui firent les gros travaux de coupes d'arbres, de

drainage du sol et qui défrichèrent des milliers d'hectares de forêts et de broussailles. En Flandres, au monastère des Dunes, ils transformèrent en riche terre agraire quelque 500 ares de terrains côtiers humides et sablonneux. A Chiaravalle, près de Milan, les convers italiens mirent en service, dès 1138, un canal d'irrigation capable d'amener l'eau directement aux champs.

Tandis qu'en Angleterre, les moines se spécialisaient dans l'élevage du mouton et l'exportation de la laine, en France et en Allemagne, dans certaines provinces favorables, les moines plantaient des vignes et exportaient du vin. Cîteaux, la maison-mère, située au cœur du magnifique vignoble bourguignon donna l'exemple en plantant les premiers ceps du clos Vougeot, l'un des crus les plus célèbres du monde et siège de la réunion annuelle des fins connaisseurs que sont les chevaliers du Tastevin. En Allemagne, les cisterciens d'Eberbach furent les premiers, semble-t-il, à réussir la culture de la vigne en terrasse, à flanc de colline. Ils possédaient leurs propres bateaux et faisaient naviguer sur le Rhin, principalement vers Cologne, les 215 000 litres de vin qu'ils vendaient en gros aux détaillants locaux. Ces chiffres élevés révèlent un commerce vinicole très actif, lié à une amélioration générale du niveau de vie dans l'Europe occidentale des XIIe et XIIIe siècles. Une demande accrue entraîna l'extension du vignoble, parfois au détriment des céréales. Les grands vignobles de France et d'Allemagne remontent, en grande partie, au Moyen Age. Les techniques de viticulture et de vinification se développèrent entre le XIe et le XIIIe siècle et seraient restées pratiquement inchangées, sans la terrible épidémie de phylloxéra qui dévasta les vignes françaises pendant la seconde moitié du XIXe siècle. Vers 1245, un franciscain italien, le frère Salimbene, traversant la région vinicole d'Auxerre, exprime ainsi son étonnement : « Les gens de ce pays ne sèment point, ne moissonnent point,

n'amassent point dans les greniers. Il leur suffit d'envoyer leur vin à Paris par la rivière toute proche qui précisément y descend. La vente du vin en cette ville leur procure de beaux profits qui leur paient entièrement le vivre et le vêtement [1]. »

Que l'ordre de Cîteaux, l'un des plus austères du monde chrétien, ait pu s'intéresser à la culture de la vigne peut sembler surprenant au premier abord. C'est que le vin est indispensable pour célébrer la sainte communion et que, jusqu'au XIIIe siècle, la communion était distribuée sous les deux espèces, le pain et le vin, à tous les croyants, religieux ou laïques. La règle de Saint-Benoît permettait aux moines de boire « avec modération », tout en leur recommandant aussi l'abstinence qui était récompensée — mais la règle ne disait pas de quelle manière, ni comment. « ... Si nous prenons en considération la faiblesse de certains frères, il semble qu'une hémine de vin par jour devrait suffire à tous. Que ceux à qui Dieu a donné le don de l'abstinence sachent bien qu'ils seront récompensés. Mais, si les circonstances extérieures, le travail ou la chaleur de l'été, vous obligent à boire davantage, que ce soit avec la permission du supérieur. Laissez-lui prendre soin de tout, de peur qu'excès et ivrognerie ne surviennent. Nous pensons que le vin n'est pas une boisson faite pour les moines. Mais, comme de nos jours, il est impossible de le faire admettre par tous, soyons au moins d'accord pour boire avec mesure et sans ivrognerie car le vin pousse les plus sages au pire laisser-aller. Si les conditions matérielles, dans un endroit, ne permettent pas de boire du tout, que ceux qui vivent là bénissent Dieu sans murmurer et surtout, nous leur demandons qu'ils ne se plaignent pas les uns aux autres [2]. » Il fut souvent difficile, voire impossible,

1. G. Duby, *L'Économie rurale et la Vie des campagnes dans l'Occident médiéval*, p. 240.
2. *La règle de Saint-Benoît*, De la mesure du boire, XL.

d'empêcher les frères convers de boire avec la modération prêchée par saint Benoît. A la fin du XIIe siècle, les plaintes se firent nombreuses et pressantes, parce que les frères qui travaillaient aux champs et dans les fermes conventuelles n'eurent plus la permission de boire de la bière, ni du vin. L'interdiction de toucher aux boissons fermentées fut décidée par un vote, mais elle fut levée, au moins partiellement, à plusieurs reprises. Le chapitre général de 1237 « interdit finalement l'usage des boissons fermentées et du vin, mais seulement pendant la période de l'année qui s'étend du premier dimanche de l'Avent au dimanche de Pâques[1] ». L'année suivante, des troubles graves démontrèrent l'impossibilité de limiter les dégâts causés par des habitudes si bien enracinées. Des centaines d'incidents, presque tous causés par des excès de tous genres et par l'alcoolisme se produisirent un peu partout. La masse ouvrière des frères convers se révolta ouvertement; il y eut des bagarres sanglantes et des morts. Ces incidents précipitèrent le déclin de l'ordre de Cîteaux.

Au milieu du XIIe siècle, la mère supérieure de l'abbaye bénédictine de Bingen écrivait, à propos des frères convers d'Eberbach qui avaient fait de la culture de la vigne leur occupation principale, qu'elle « constatait parmi cette classe d'hommes une disposition d'esprit révolutionnaire ». « Les cisterciens, ajoute-t-elle, recrutent un certain type d'hommes qu'ils appellent convers; mais, bien peu d'entre eux changent leurs habitudes ou se convertissent sincèrement à Dieu, préférant le mal à l'honnêteté, accomplissant leurs travaux avec fureur et disant des prêtres qui sont leurs supérieurs : 'Qui sont-ils? Que sont-ils? Et nous? Qu'étions-nous et que sommes-nous à présent[2]?' »

1. J. S. Donnelly, *The Decline of the Medieval Cistercian Laybrotherhood*, Fordham U.P., New York, 1949, p. 32.
2. *Ibid.*, p. 27.

A Margam en 1206, les frères se rendirent coupables d'une affaire aussi violente que ridicule : ils jetèrent l'intendant à bas de son cheval, prirent les armes et pourchassèrent le prieur à travers la campagne. Puis, se barricadant au dortoir, ils refusèrent de préparer la nourriture des moines. Au monastère de Garendon, dans le comté de Leicester, un frère de l'infirmerie mit la nuit à profit pour attaquer et blesser l'abbé Réginald. A Eberbach, enfin, des désordres nombreux atteignirent leur paroxysme en 1261, avec l'assassinat du père supérieur.

Le texte du moine Salimbene, qui sut si bien apprécier avec ses amis français et anglais les plaisirs de la table et du bon vin, prouve qu'en France, tout au moins, les choses n'ont guère changé depuis le Moyen Age. « ... Les Français aiment le bon vin! Et pourquoi pas? Car le vin réjouit Dieu et le cœur de l'homme, comme il est dit au chapitre IX du Livre des Juges. Français et Anglais mettent un point d'honneur à vider moult grands gobelets. Les Français en ont les yeux rouges de sang. Trop de bonnes régalades leur montent à la tête. Après avoir cuvé leur ivresse nocturne, ils se lèvent de bon matin et vont voir le prêtre qui célèbre sa messe pour lui demander de verser dans leurs yeux quelques gouttes de l'eau de ses ablutions. Le frère Bartolomeo Guiscola de Parme, passant à Provins, leur répondit textuellement ceci, je l'ai moi-même entendu de mes propres oreilles : ' Que Dieu vous emporte! Mettez donc de l'eau dans votre vin quand vous buvez, et non pas dans vos yeux. ' Les Anglais aussi adorent bien boire et ils vident de nombreux verres. Quand un Anglais a bu sa dernière goutte il dit : ' J'ai bu. A vous. ' C'est-à-dire : A votre tour maintenant de boire autant que moi. C'est une politesse qu'il fait, avec de bonnes intentions. Si vous n'imitez pas son exemple, il le prend extrêmement mal. Cette façon de faire est contraire à l'enseignement des Saintes Écritures qui recommande

‘ de ne forcer personne à boire contre son gré du vin de haute qualité, servi en abondance et digne d’un roi ’ (Esther, I, 7-8). Qui blâmerait les Anglais s’ils boivent du bon vin quand ils le peuvent? Il y en a peu en leur pays. Les Français sont moins excusables. Ils en ont beaucoup. Mais est-il facile de n’en boire qu’un peu tous les jours? En bref, et en vers, voici ce que l’on dit :

Vive le poisson de Normandie.
le blé d’Angleterre
les laitages d’Irlande (ou d’Écosse)
mais
les vins de France [1]. »

Le régime alimentaire.

Pourtant, le souci majeur du Moyen Age n’était pas, on s’en doute, de satisfaire les assoiffés, mais bien de nourrir les affamés. Or, les changements de climat, la promotion et le perfectionnement des techniques agricoles, en augmentant considérablement la production, permirent de nourrir une population en pleine croissance. De nos jours, les problèmes de la surproduction, de la croissance démographique et de la faim en pays sous-développés soulignent l’importance des sciences de la nutrition et de la diététique, et forcent l’historien moderne à se pencher sur l’étude de l’alimentation au Moyen Age. On n’a pas hésité à expliquer le dynamisme de cette époque par un régime alimentaire généralement bien équilibré... « En Europe du Nord, tout au moins, les progrès de l’agriculture, la richesse des récoltes et l’apparition de denrées nouvelles expliquent en grande partie l’étonnante explosion démographique, la poussée et la multiplication des grandes villes, le rendement industriel

1. Salimbene de Adam, *Cronica*, a. 1247, éd. G. Scala, t. I, Laterza, Bari, 1966, p. 315-317.

accru, l'expansion commerciale, en un mot : l'exubérante vitalité du Moyen Age et sa joie de vivre [1]. »

Les légumineuses tiennent une place importante dans l'alimentation, notamment les fèves et les pois, riches en protéines. Les Romains, utilisant le système de récolte biennale, ne produisirent jamais assez de légumineuses. Au Moyen Age, avec l'introduction de la rotation triennale des récoltes, les légumes plantés régulièrement au printemps suffisaient à nourrir la population sans être toutefois jamais très abondants. Le paysan médiéval puisait des protéines supplémentaires dans sa récolte de céréales, ainsi que dans le lait, le petit-lait, le fromage et les œufs, produits riches en valeur nutritive. En 1289, les charretiers employés au manoir de Ferring, près de l'abbaye de Battle (Sussex) recevaient du pain de seigle, de la bière, du fromage le matin et à midi de la viande ou du poisson. En France, les maçons qui construisaient la flèche de l'église de Bonlieu-en-Forez, de 1300 à 1305, recevaient, en plus du pain de seigle et de la soupe aux fèves, des œufs, du fromage, de la viande et une grande quantité de vin. On sut même équilibrer le régime des malades : dans une léproserie de Champagne, au XIIe siècle, le menu quotidien se composait de : 3 miches de pain, un gâteau, une mesure de pois. En 1325, on servait aux lépreux : pain, huile, sel et oignons, de la viande trois fois par semaine, et les autres jours, des harengs ou des œufs. Deux relevés de comptes extrêmement intéressants ont été analysés en détail par L. Stouff[2]. Malgré leur date tardive (le milieu du XIVe siècle) ces deux documents sont très instructifs. Le premier est le compte rendu d'une enquête menée en Provence afin d'évaluer le coût de l'alimentation dans quatre

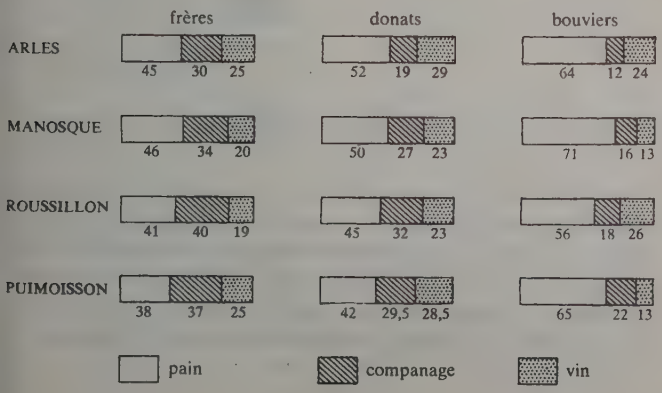
1. Lynn White, *Technologie médiévale et Transformations sociales*, tr. M. Lejeune, Mouton, Paris-La Haye, 1969, p. 82.

2. L. Stouff, *Ravitaillement et Alimentation en Provence aux* XIVe *et* XVe *siècles*, Mouton, Paris-La Haye, 1970, p. 220.

commanderies de l'ordre des hospitaliers *(1338)*. Le tableau ci-dessous donne les dépenses annuelles des commanderies d'Arles, de Manosque, de Roussillon et de Puimoisson; ces dépenses concernent autant les religieux que les travailleurs laïques.

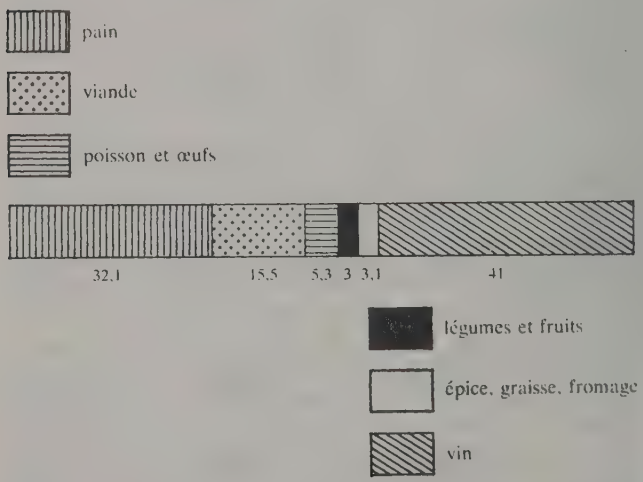
	Arles	*Manosque*	*Roussillon*	*Puimoisson*
frères	119s.	104s. 14d.	87s. 8d.	95s.
clercs	109s.			
donats	104s.	95s.	77s. 8d.	85s.
juges, notaires		80s. 8d.		
domestiques	84s.	80s. 8d.	64s. 8d.	
bouviers	84s.	56s.	53s. 8d.	45s. 6d.

Le second tableau donne les pourcentages des dépenses de trois catégories sociales : frères, donats et bouviers, pour l'achat de leur pain, vin et pour « leur companage ». Le companage est la nourriture qui accompagne le poisson, la viande, les œufs et les légumes, donc, les aliments riches en protéines.



Plus le milieu social est élevé plus la proportion de pain est réduite au profit du « companage ». L'importance relative du vin dans ces trois catégories est assez remarquable : le vin représente 26 % des dépenses pour l'alimentation des vachers à Roussillon.

Le second groupe de documents concerne le budget annuel de l'alimentation des élèves de 12 à 18 ans d'un établissement d'éducation appelé « Studium papal » de Trets pour l'année scolaire 1364-1365.



Le tableau ci-dessus montre les dépenses relatives à l'achat de pain, de viande, de poisson, d'œufs, de fruits et légumes, d'épices, de fromage et de vin. Le coût élevé du vin (41 %) s'explique peut-être par une mauvaise récolte de raisin qui aurait entraîné une hausse du prix du vin. En revanche, les dépenses en fruits et légumes sont minimes :

Les garçons boivent une ration de 0,62 litre de vin par jour. La soupe figure chaque jour au menu (la soupe aux choux 125 fois par an). La viande était servie 217 jours par an (mouton : 160 jours, mouton et bœuf : 5 jours, mouton et chevreau : 1 jour, porc : 1 jour, mais viande de porc salé : 55 jours).

La comptabilité du « Studium papal » de Trets est si détaillée qu'il a été possible de faire une analyse quantitative des éléments nutritifs contenus dans l'alimentation des pensionnaires.

Principes énergétiques :

protides :	90 g	pain :	2 080	calories	80 %
lipides :	65 g	vin :	28	—	1 %
glucides :	475 g	viande :	162	—	7 %
		fromage :	20	—	1 %
		légumes :	310	—	11 %

Apport calorique : 2 600 calories environ.

Vitamines :
- vitamine A : 1 700 U.I.
- vitamine B : 10 mg
- vitamine C : —

Éléments minéraux :
- fer : 10 mg
- calcium : 0,4 g
- phosphore : 2,3 g

Stouff, l'auteur de *Ravitaillement et Alimentation en Provence*, commente ces chiffres :

> « L'apport calorique apparaît correct pour des jeunes d'une quinzaine d'années.
> L'apport protidique semble faible; mais il est sûrement inexact car il ne tient pas compte des œufs (or, on en mange 109 jours par an).
> L'apport lipidique est un peu faible et le chiffre donné

est sûrement trop bas puisqu'il manque les légumes servis quotidiennement sous forme de potages.
La vitamine A fait défaut... absence de produits laitiers.
La quantité de vitamine B s'accorde bien avec l'apport glucidique.
La vitamine C fait défaut (ni légumes frais, ni oranges, très peu de fruits).
Le fer ne manque pas (un potage d'épinards est servi pendant 41 jours).
Au sujet du calcium et du phosphore, on observe un déséquilibre $\frac{ca}{p} = 0{,}15$ au lieu de 1. »

Les reproches que l'on peut faire à ce régime sont le défaut de vitamines A et B et le déséquilibre phospho-calcique. Mais on peut dire que les pensionnaires du Studium étaient bien nourris, leurs rations étant équilibrées et raisonnables. « Il eût suffi d'un bol de lait, d'une noisette de beurre et d'une orange pour que leur alimentation fût adéquate et puisse satisfaire le diététicien du XXe siècle [1]. »

La croissance démographique.

Les progrès techniques de l'agriculture et de l'industrie, un climat plus doux et plus sec, un régime alimentaire sain sont quelques-uns des facteurs qui favorisèrent l'explosion démographique du Moyen Age. Mais, d'autres facteurs contribuèrent également à élever le taux des naissances et à abaisser celui de la mortalité : le fait, par exemple que du VIIIe au XIe siècle, on libéra les derniers esclaves qui, devenus serfs, fondèrent des familles.

La mortalité baissa avec l'extinction des grandes épi-

1. *Ravitaillement et Alimentation en Provence...*, p. 245-26.

démies de peste qui avaient ravagé l'Europe au cours du VIIe siècle. Ces épidémies devaient réapparaître au XIVe siècle, puis disparaître à nouveau, suivant le même cycle qu'au VIIe siècle. Le nombre des morts dues aux guerres et aux invasions diminua sensiblement, les dernières invasions en Europe occidentale étant celles des Vikings. A partir du XIe siècle, c'est le tour de l'Europe d'envahir d'autres régions, d'autres continents. Les guerres s'espacent et sont limitées dans le temps et dans l'espace. Paris, la plus importante des cités européennes médiévales, avec une population estimée à plus de 200 000 habitants, vécut en paix pendant de longues périodes. Les contemporains, conscients de l'éclatement de la population à l'intérieur de leurs frontières comprirent qu'ils pouvaient utiliser cette richesse démographique pour exporter idées et doctrines. Le pape Urbain II, prêchant la première Croisade à Clermont en 1095, s'exprimait ainsi : « Que rien ne vous retienne, ni possession, ni biens familiaux. Vos pays sont enclos de tous côtés, entourés de hautes montagnes, éloignés des mers et trop étroits pour une si large population [1]... »

La population européenne passa, entre les années 700 et 1300 de 27 millions à 70 millions. Ces chiffres sont approximatifs. L'accroissement de la population en Europe à partir de l'an 1000 est estimé de la façon suivante :

An 1000	42 millions	
1050	46 millions	+ 9,5 %
1100	48 millions	+ 4,3 %
1150	50 millions	+ 4,2 %
1200	61 millions	+ 22,0 %
1250	69 millions	+ 13,0 %
1300	73 millions	+ 5,8 %

1. Version de Robert le moine, cf. R. Crégut, *Le Concile de Clermont en 1095 et la 1re croisade*, Clermont-Ferrand, 1859, p. 253.

La croissance démographique maximale se situe aux alentours de l'année 1200 et c'est en France et en Angleterre que l'accroissement de la population est le plus rapide. Entre les années 1086 et 1348, la population de l'Angleterre tripla, atteignant un chiffre total de 5 à 6 millions, en comptant les habitants de l'Irlande, de l'Écosse et du pays de Galles. En France, la population était alors de plus de 20 millions d'habitants. En 1940, avec 40 millions de Français, elle avait juste doublé les chiffres médiévaux et en 1974, avec 50 millions d'habitants, elle atteint à peine deux fois et demie le chiffre du XIVe siècle [1]. Si la France a pu jouer un rôle de premier plan dans l'essor de l'économie, puis dans la révolution de l'agriculture et de l'industrie, c'est qu'au Moyen Age sa population était à elle seule un tiers de celle de l'Europe.

1. L'historien Ferdinand Lot estime alors la population totale à plus de 22 millions. Ce chiffre, relativement élevé, suppose un pays à population dense, supposition renforcée par l'étude détaillée des populations dans la région parisienne où plus on s'approche du centre de la capitale, plus la densité des foyers augmente. Elle passe de 4,5-5 feux au km², en banlieue, à 13,2 et 19 feux au cœur de Paris. La densité moyenne des feux au km² est donc de 14,12 sans compter Paris, et de 31,20 en comptant Paris, soit approximativement 156 habitants au km².

4

Environnement et pollution

Un environnement dévasté : le déboisement.

Cette explosion démographique causa ravages et destruction dans l'environnement de l'Europe médiévale. On détruisit des milliers d'hectares de forêts pour augmenter la superficie des terres arables et des pâturages. De plus, en dehors du fait qu'à l'époque, le bois était le principal combustible tant à usage domestique qu'industriel, il servait aussi à construire les maisons, les moulins à eau et à vent, les ponts, les installations militaires, les forteresses, les palissades de défense, les tonneaux et les cuves des vignerons. Les navires étaient en bois, ainsi que les machines et les métiers des tisserands. Les tanneurs et les cordiers utilisaient l'écorce de certaines espèces d'arbres. Les souffleries de verre et l'industrie du fer détruisirent des forêts entières pour activer leurs fours et leurs forges. On aura une idée de l'étendue des dommages causés aux forêts par les fondeurs en sachant que pour obtenir 50 kg de fer, il fallait traiter 200 kg de minerai en brûlant au moins 25 stères (25 m^3) de bois. On a estimé qu'en 40 jours une seule charbonnière pouvait déboiser une forêt sur un rayon d'un kilomètre. En 1300, les forêts de France couvraient 13 millions d'hectares, soit seulement 1 million d'hectares de moins qu'à notre époque.

En 1140 déjà, on abattait sauvagement la forêt médiévale. Suger, abbé de Saint-Denis et Premier ministre nationaliste sous deux rois (c'est lui qui disait des Anglais « qu'ils devaient, d'après la loi naturelle, être les sujets des Français, et pas l'inverse »), Suger parle, dans l'un de ses ouvrages autobiographiques, de la difficulté qu'il avait eue à trouver les poutres longues de 35 pieds, nécessaires à la construction de la nef de l'abbaye de Saint-Denis. Les charpentiers du chantier affirmaient qu'il était impossible de se procurer une seule poutre de cette taille dans la région parisienne. Il fallait aller plus loin et prospecter d'autres forêts. Suger n'en crut rien : « ... Une nuit, au retour des matines, je me mis à penser dans mon lit que je devrais aller moi-même parcourir les bois des environs, regarder partout et abréger ces délais et ces travaux, si je pouvais trouver des poutres. Aussitôt, laissant de côté tous les autres soucis, je partis de grand matin avec des charpentiers et la dimension des poutres et je me dirigeai rapidement vers la forêt d'Yveline. Traversant notre terre de la vallée de Chevreuse, je fis appeler nos sergents et ceux qui gardaient nos terres, et tous ceux qui connaissaient bien les forêts et, les adjurant sous la foi du serment, je leur demandai si nous aurions des chances de trouver par là des poutres de ces dimensions. Ils se mirent à sourire, et s'ils avaient pu, certes, ils auraient éclaté de rire, s'étonnant de ce que nous ignorions que, dans toute cette terre, il n'y avait rien de tel à trouver, surtout depuis que le châtelain de Chevreuse, Milon, qui était notre homme et qui tenait de nous, avec un autre, la moitié de la forêt, et qui avait longtemps soutenu des guerres avec le roi et avec Amaury de Montfort, n'avait rien laissé intact ou en bon état, ayant lui-même construit des tours de défense à trois étages. Quant à nous, nous rejetâmes tout ce que ces gens nous disaient, et, avec une confiance audacieuse, nous commençâmes à parcourir la forêt; vers la première heure,

nous trouvâmes une poutre de dimension suffisante. Que fallait-il de plus? Jusqu'à none, ou un peu plus tôt, à travers la futaie, à travers l'épaisseur des forêts, à travers les buissons d'épines, ... nous désignâmes douze poutres : c'était le nombre qu'il nous fallait [1]. »

Cette forêt dont parle Suger couvrait alors une immense superficie au sud-ouest de Paris. Aujourd'hui, elle ne couvre plus que 15 000 hectares, connus sous le nom de forêt des Yvelines, la forêt entière étant l'ancienne forêt de Rambouillet. C'est là que se trouve les Essarts-le-Roi dont le nom évoque les grands défrichements médiévaux. Richard Fitz Nigel, trésorier du roi d'Angleterre, écrivait en 1170, une période d'intense défrichement, que le mot « essarts » veut dire « défrichement de la forêt, des bois et des bosquets, pour cultiver le sol, le labourer et y faire paître des animaux [2] ». Quelques chiffres, tirés de registres de comptes, donnent une idée de l'étendue de la destruction des ressources naturelles. Il fallait à peu près douze chênes pour construire une maison de bois de taille moyenne. En Angleterre, au milieu du XIVe siècle, la construction du château de Windsor exigea la coupe de toute une forêt : 3 004 chênes exactement furent massacrés. Et comme si cela n'était pas suffisant, dix ans plus tard, 940 chênes furent abattus dans les bois de Combe Park et de Pamber, portant pour le seul château de Windsor le total de la coupe à 3 944 arbres. Le quotidien londonien, *The Times*, du 21 août 1971, dans un article sur la pollution et la mort de la forêt de Sherwood, constate « qu'il ne reste plus que 300 à 400 chênes dans la forêt de Robin Hood ».

Les hommes du Moyen Age saccagèrent donc leur environ-

1. *Abbot Suger on the Abbey Church of St. Denis*, éd. et trad. E. Panofsky, Princeton, 1946, p. 95-97.
2. D. M. Stenton, *English Society in the Early Middle Ages*, Penguin Books, Harmondsworth, 1951, p. 104.

nement naturel et en dilapidèrent les richesses. Les conséquences de ce gaspillage se firent rapidement sentir. La première conséquence fut l'augmentation du prix du bois en raison de sa rareté croissante. Au XIIIe siècle, à Douai, dans le Nord de la France, le bois était si rare et si cher, que pour enterrer leur mort, les pauvres louaient un cercueil faute de pouvoir l'acheter. Après la cérémonie au cimetière, et une fois la famille partie, le corps du défunt était jeté à même la terre et le cercueil ré-utilisé. Il fallait innover pour pallier la pénurie de certaines matières premières et résoudre des problèmes techniques inconnus jusqu'alors. La rareté des planches et madriers de grande taille obligea les charpentiers de l'époque à transformer leurs méthodes de travail et à utiliser des planches courtes pour construire les maisons à charpentes de bois et les croquis de Villard de Honnecourt nous apprennent « Comment jeter un pont par-dessus une rivière, avec des planches de bois longues de vingt pieds seulement [1] », et « Comment construire une maison ou une tour, même si les planches de bois sont trop courtes [2] ».

Au Moyen Age, déjà, des voix s'étaient élevées pour protester contre la destruction des forêts d'Europe. Parfois, des mesures furent prises. Et furent parfois efficaces. En ce qui concerne la forêt de Dean, « l'autorité royale durant les premières décennies du XIIIe siècle accorda aux seules forges royales le droit d'y travailler [3] ». Plus tard en 1282, un rapport fut rédigé sur l'état du déboisement provoqué par les quelque 60 forges installées dans cette forêt royale. Dans le Dauphiné, les représentants du Dauphin accusaient

1. *Album de Villard de Honnecourt*, Manuscrit publié en fac-similé, annoté par L.-B. Lassus, Paris, 1858, p. 150, pl. 38.
2. *Ibid.*, p. 176, pl. 44.
3. W. Rees, *Industry before the Industrial Revolution*, t. II, University of Wales Press, Cardiff 1968, p. 30.

officiellement ceux qui fondaient le fer d'être responsables de la destruction des bois et réclamaient qu'on prît des mesures énergiques contre les bûcherons et les fondeurs.

En 1255, dans la forêt de Wellington, on dénonça deux fours à chaux qui à eux seuls consumaient 500 chênes par an. En France, au début du XIVe siècle, dans le Dauphiné, on interdit les scieries hydrauliques. A Chelles, dès 1205, l'exploitation abusive des bois d'un domaine conventuel fut réglementée. En Italie, la commune de Montaguloto exigea de chaque propriétaire qu'il plante 10 arbres par an. En Angleterre, les forêts domaniales, très étendues, furent protégées par des lois fort impopulaires. Ces mesures avaient été prises par les rois normands, non pour des raisons d'écologie bien comprise, mais pour préserver leurs réserves de chasse. Toutefois, dès qu'ils avaient des difficultés de trésorerie ces mêmes rois acceptaient que l'on procède à des coupes dans leurs forêts. En 1190, la première année de son règne, le roi Richard I encaissa 200 marcs qui lui furent payés par les chevaliers du Surrey pour la vente de forêts s'étendant du Kent jusqu'à Guildford en Surrey. En 1204, les hommes d'Essex offrirent au roi Jean 500 marcs et 5 palefrois pour l'autorisation de déboiser les forêts entre Colchester et Bishop's Stortford. La même année, les hommes de Cornouailles étaient prêts à débourser 2 200 marcs, ceux du Devon 5 000 marcs, pour abattre les forêts de leur comté. La destruction progressive des forêts et la cherté du bois forcèrent l'Angleterre à importer du bois de Scandinavie et à chercher un combustible de remplacement. Les premiers navires chargés de sapins norvégiens entrèrent dans le port de Grimsby, sur la côte est, en 1230. En 1274 le maître charpentier de la cathédrale de Norwich dut aller jusqu'à Hambourg, en Allemagne, pour acheter des planches et des poutres. Quant au nouveau combustible destiné à remplacer le bois, ce fut le charbon.

Le charbon et la pollution atmosphérique.

En France, le charbon est appelé terre houille ou charbon de roche et en Angleterre, charbon de mine ou charbon de mer, car il est souvent ramassé sur les rivages des comtés maritimes de Durham et de Northumberland. En 1226, il existe à Londres, une ruelle appelée « Sea Coal Lane » rue du Charbon de mer connue aussi sous le nom de « Lime Burners Lane » rue des Fours à chaux. L'industrie de la chaux puis l'industrie du fer et, plus tard, les brasseurs et les teinturiers furent parmi les premiers à employer du charbon comme combustible.

A l'origine, le charbon était extrait de puits peu profonds qui atteignaient rarement plus de 6 à 15 mètres. En Angleterre, il était dangereux d'arriver de nuit à Newcastle, tant la campagne avoisinante était meurtrie de fossés et de tranchées. L'environnement médiéval était déjà un environnement industriel. Le charbon se révéla rapidement une importante source de revenu. La convoitise est telle qu'en 1268 un homme est frappé d'amende pour avoir creusé une galerie au travers d'une voie publique. On arrête des gens pris en flagrant délit de pillage sur une péniche chargée de la précieuse matière. Les mines enrichissent rapidement leurs propriétaires. Les revenus de la cité de Newcastle augmentent notablement vers la fin du XIIIe siècle. On commence alors à exporter. Bruges achetait déjà du charbon anglais en 1200 et nous savons qu'en 1325, un cargo de blé quitta Pontoise, pour y revenir chargé de charbon de Newcastle.

Avec l'utilisation quotidienne du charbon, la société médiévale allait connaître la pollution atmosphérique. La première personne à en souffrir, tout au moins à en noter les effets pernicieux, fut la reine Éléonore d'Angleterre qui, en 1257,

quitta précipitamment le château de Nottingham, se plaignant d'être incommodée par les fumées empestées de la cité industrielle. Déjà au Moyen Age, la fumée du charbon était considérée comme dangereuse pour la santé. Il est vrai qu'exploité très près de la surface du sol, ce charbon était de mauvaise qualité : il brûlait mal, en émettant des vapeurs bitumineuses et des odeurs détestables. Jusqu'au XVIe siècle, les riches brûlèrent du bois pour se chauffer. Le seul charbon de vraiment bonne qualité provenait des mines du Firth of Forth et les rois d'Écosse n'utilisaient que celui-ci dans leur château. Le charbon extrait dans la région d'Aix-la-Chapelle, en Allemagne, était brûlé dans les cheminées de l'hôtel de ville et dans les demeures des riches bourgeois.

La lutte contre la pollution.

Dans les dernières années du XIIIe siècle, Londres connut le triste privilège d'être la première ville du monde à souffrir de la pollution atmosphérique. En 1285 et 1288, on mentionne des plaintes dénonçant les fours à chaux qui infectent et corrompent l'air de la cité. Des commissions d'enquête furent établies. En 1307, une proclamation royale fut faite à Southwark, Wapping et East Smithfield pour interdire l'usage du charbon de mer dans les fours à chaux, sous peine d'amende. « Le roi, par les plaintes des prélats et des hauts dignitaires de son royaume, qui viennent fréquemment à Londres, sur son ordre, pour le service de la collectivité... par les dépositions des citoyens de Londres et du bon peuple habitant là... apprend que les ouvriers des fours à chaux brûlent du charbon de mer, au lieu d'utiliser le petit bois et le charbon de bois... A cause de l'emploi dudit charbon de mer, une odeur intolérable se répand dans tout le voisinage et l'air est vicié au grand mécontentement des hauts dignitaires, citoyens et autres habitants du lieu et au préjudice de leur

santé physique [1]. » La proclamation ne semble pas avoir réussi à mettre fin à l'emploi du charbon. Comme les plaintes continuaient, une commission d'enquête fut chargée de « rechercher tous les individus qui brûlaient du charbon de mer dans la cité et ses environs, de les frapper, dès la première infraction, de lourdes amendes et pénalités et, en cas de récidive de démolir leurs fours [2] ». Cette commission, n'obtint pas plus de résultats que la proclamation et Londres resta une ville polluée. Le charbon de mer garda par la suite sa mauvaise réputation. Au XVe siècle, Aeneas Sylvius Piccolomini, le futur pape Pie II, pouvait écrire, lors de sa visite en Écosse : « Cette pierre, en raison du soufre ou d'une matière grasse qu'elle contient, est brûlée à la place du bois qui existe peu dans le pays [3]. »

Même impopularité au XVIe siècle, quand l'ambassadeur vénitien Soranzo, signale dans son rapport sur l'Angleterre : « Dans le Nord vers l'Écosse, on trouve une certaine espèce de terre qui brûle comme du charbon de bois. Les forgerons l'emploient beaucoup et, n'était sa mauvaise odeur, on l'utiliserait davantage, car elle donne une grande chaleur et ne coûte pas cher [4]. » En 1578, la Compagnie londonienne des brasseurs se propose de brûler du bois, et non du charbon de mer, dans les brasseries qui jouxtent le palais de Westminster car il apparaît que Sa Majesté est mécontente d'être incommodée par l'odeur et la fumée des charbons de mer.

Un historien a écrit : « Même à la fin du règne d'Élisabeth, les dames bien nées ne seraient jamais entrées dans une pièce où l'on brûlait du charbon de mer. Elles n'auraient

1. Cité dans F. R. S. Smith, *Sea-Coal for London*, Longmans, Londres, 1961, p. 3.
2. Cité dans R. L. Galloway, *A History of Coal Mining in Great Britain*, David and Charles Reprints, Newton Abbot, 1969, p. 10.
3. *Ibid.*, p. 20.
4. L. F. Salzman, *English Industries of the Middle Ages*, Clarendon Press, Oxford, 1923, p. 20.

jamais mangé des aliments cuits avec ce combustible. Pourtant, à cette époque, les milieux moins raffinés l'employaient très communément. Les paroles que Shakespeare met dans la bouche de Mistress Quickly en sont la preuve : ' Tu m'as fait le serment sur un gobelet d'argent doré, assis à la table ronde dans ma chambre des Dauphins, près d'un feu de charbon de mer, le mercredi de la Pentecôte [1] '. » Si les nez fins étaient incommodés par l'odeur, les oreilles fines étaient assourdies par le bruit. Des milliers de gens se plaignaient du vacarme infernal des forges et des enclumes de villages. Un poète anonyme du XIVe siècle, mécontent d'être éveillé par le tapage des forgerons, exprime sa colère en vers imagés et sonores :

Forgeron noir de suie
tout taché de poussier
me rend fou du bruit
de ses coups redoublés.

Calme nuit est finie :
le tapage des valets
remplit l'air de cris,
de coups et de cacophonie.

Courbés et fourbus
ils clament, les tâcherons :
charbon, charbon!
hurlant à faire sauter
les yeux hors de leur tête :
Huf, puf, crie l'un
Haf, paf répond l'autre.

Ils crachent, ils se vautrent
ils s'en racontent à longueur de nuitée.

1. Shakespeare, *Henry IV*. Deuxième partie.

Grinçant, mordant, gémissant,
tisonnant l'âtre rouge,
avec leurs lourds marteaux.
Vêtus de peaux de bœufs
tombant sur leurs mollets,
ils éparpillent autour
de leurs tenailles rougies
des étincelles et des escarbilles,
nées des coups hardis
pleuvant dru sur le fer.
Lus, bus, las, das, ils ronflent tous en cœur.
Leur rêve est pitoyable,
impossible à fixer.
Le maître de la forge
joint au chambardement
la note plus ténue
de son propre instrument.
Tik, tak, hic, hack, ticket, tacket, tyk, tyk,
Lus, bus, lus, das. Que Dieu les maudisse
ces gâcheurs du sommeil de nos nuits [1].

Pour une eau potable.

Au bruit et à la pollution atmosphérique s'ajoute la pollution de l'eau. Les abattoirs et les tanneries, les tanneries tout particulièrement, en sont tenues pour responsables. Les municipalités s'efforcèrent toujours d'éloigner les bouchers et les tanneurs (mais aussi les cimetières) en aval des rivières et en dehors de l'enceinte des villes. Comme le dit Raoul des Presles, écrivain du XIVe siècle, il s'agit d'éviter « punaisies et pourriture ». Un décret du Parlement français, en date du

1. Cité dans G. C. Coulton, *Life in the Middle Ages*, t. III, Cambridge University Press, 1929, p. 99.

7 septembre 1366, exige que l'abattage et le dépeçage du bétail qui étaient généralement faits sur place, se fassent dorénavant le long d'un cours d'eau en aval de Paris. Ce décret était certainement nécessaire car quelque 250 000 têtes de bétail étaient débitées annuellement. *Le Ménagier de Paris* a calculé qu'en 1293 on avait abattu 188 522 moutons, 30 116 bœufs, 19 604 veaux et 30 784 porcs. Voilà bien de quoi polluer la Seine!

A Paris, pour limiter la pollution de la Seine, les autorités municipales ne tentèrent pas seulement de restreindre au minimum l'abattage des animaux de boucherie, à l'intérieur de l'enceinte de la cité, mais elles essayèrent encore de réglementer l'activité fort polluante des tanneurs et des peaussiers. En 1395, le représentant du roi au Châtelet voulut contraindre les peaussiers qui traitaient leurs cuirs sur les rives de la Seine « depuis le Grand-Pont jusqu'à l'hôtel du duc de Bourbon, à transporter plus en aval leur industrie, parce qu'elle corrompait l'eau nécessaire aux riverains et aux habitants du Louvre et dudit hôtel [1] ». Si le tannage pollue les rivières, c'est que l'opération consiste à soumettre les peaux à une série de traitements chimiques à base d'acide tannique et de chaux, le suint activant l'action bactérienne. Avec le sang coagulé, la graisse, les peaux écorchées, les chairs putréfiées, les poils, les acides et la chaux, l'eau qui sortait des tanneries avait certainement un goût détestable. Et pourtant, point de ville médiévale sans tannerie.

En 1425, à Colchester dans le comté d'Essex, les brasseurs se plaignent de ce que les tanneurs infectent l'eau qu'ils utilisent pour faire leur bière. Le mot « pollution » n'existe pas encore, mais le langage du Moyen Age est tout aussi expressif. « La corruption du fleuve est si grande que même les poissons meurent. Plaintes amères furent déposées parce

1. G. Fagniez, *Études sur l'industrie et la classe industrielle à Paris au* XIIIe *et au* XIVe *siècle*, Paris, 1877, p. 22.

que nombreux brasseurs de ladite ville utilisent l'eau pour faire leur bière. Certaines personnes dites tondeurs de toisons et tanneurs de peaux polluent et corrompent l'eau de ladite rivière, empoisonnent les poissons et nuisent grandement aux bonnes gens de ladite ville [1]. » On croirait lire un article sur l'empoisonnement des poissons du lac Érié aux États-Unis ou du Rhin en Allemagne contemporaine. Dans les archives de la ville de Marseille, Régine Pernoud a trouvé un texte indiquant que la municipalité avait détourné le cours du Jarret pour assurer l'irrigation des jardins des faubourgs et pourvoir les tanneries en eau courante. En 1253, quand les statuts municipaux furent révisés, il fut « recommandé aux prud'hommes commis à y veiller, de prendre garde à ce que les eaux du Jarret ainsi utilisées ne puissent se déverser dans le port [2] ».

C'est le Parlement anglais, siégeant à Cambridge, qui vota en 1388 la première loi nationale antipollution. Cette loi visait à la fois la pollution de l'air et celle de l'eau. On ne devait jeter aucune ordure dans les rivières, ni en laisser traîner dans les rues. Tous les déchets devaient être transportés hors de la ville. « Sinon, proclame la loi, l'air sera grandement corrompu et empoisonné, des maladies innombrables et d'intolérables épidémies séviront chaque jour [3]. » Si les autorités des villes, maires et baillis, ne prennent pas les mesures nécessaires pour faire respecter cette loi, les citoyens sont priés d'adresser leurs plaintes au chancelier, haut fonctionnaire royal, qui poursuivra les coupables en justice.

1. *The Victoria History of the Country of Essex*, t. II, éd. W. Pope et J. H. Round, Londres, 1907, p. 459.
2. Régine Pernoud, *Histoire du commerce de Marseille*, Plon, Paris, 1949, p. 289.
3. G. C. Coulton, *Social Life in Britain from the Conquest to the Reformation*, Cambridge University Press, 1918, p. 330.

Quelle qu'ait été l'efficacité de ces divers édits, les hommes du Moyen Age préféraient faire confiance à l'eau fraîche des puits pour étancher leur soif. Tantôt, ils réparaient les aqueducs romains qui étaient presque en ruine — à l'occasion ils en reconstruisaient de nouveaux — tantôt, ils allaient très loin chercher l'eau grâce à des conduites souterraines. A peu près un siècle après la conquête normande, en 1167, au prieuré de la cathédrale de Cantorbéry, les moines qui avaient obtenu en donation un terrain riche en sources, installèrent un système très élaboré d'alimentation en eau dont par bonheur un plan est parvenu jusqu'à nous. L'eau, amenée par une conduite souterraine, pénétrait dans l'enceinte, se ramifiant en une série de canalisations qui alimentaient l'infirmerie du monastère, le réfectoire, l'office et la cuisine, la boulangerie, la brasserie, l'hôtellerie et les bains. Une canalisation spéciale apportait l'eau dans un réservoir situé auprès de la chambre du prieur, pour remplir son baquet. L'eau était récupérée dans le conduit principal pour nettoyer les lieux d'aisance ou *necessarium.*

L'hygiène corporelle.

L'usage du baquet n'était d'ailleurs pas réservé aux seuls prieurs. Car à la pollution médiévale correspond l'hygiène médiévale. Maints documents de l'époque mentionnent l'existence de bains et de toilettes publics et privés prouvant que les conditions d'hygiène aux XIIe et XIIIe siècles étaient relativement bonnes. Hélas! peu à peu, les autorités s'inquiétèrent de la mauvaise tenue et de la licence de certains bains publics, et les soins du corps furent mis à l'index. Chacun sait qu'en plein XVIIe siècle un palais comme celui de Versailles était construit pratiquement sans salles de bains, ni toilettes publiques, alors qu'au XIIIe siècle, à Paris, on ne comptait pas moins de 32 établissements de bains publics

mixtes. En 1268, le prévôt de Paris, Étienne Boileau, dans les statuts des professions, cite entre autres les propriétaires de bains publics. Il est stipulé que ceux-ci ont l'autorisation de demander deux prix d'entrée : 2 deniers pour un bain de vapeur et 4 deniers pour un bain chaud dans une cuve. Des inventaires de linge de maison mentionnent une pièce de tissu destinée à protéger le corps des échardes des cuves en bois. Les propriétaires d'établissements de bains se réservaient le droit d'augmenter leurs prix quand le prix du combustible, bois ou charbon, montait. Aux propriétaires incombait aussi le devoir de maintenir la bonne réputation de leur établissement. Ne devaient entrer ni les lépreux, ni les individus douteux. L'établissement de bains ne devait pas dégénérer en maison de prostitution ou bordiau. Fait étymologique intéressant *stew*, le vieux mot anglais pour désigner un établissement de bain, est aujourd'hui synonyme de bordel. Des miniatures de l'époque confirment que le bain était vraiment un endroit où hommes et femmes bavardaient, mangeaient et batifolaient en joyeuse compagnie. On recevait ses amis dans sa « baignerie », située généralement à côté de la chambre à coucher.

Dans le manuscrit où le prévôt de Paris a transcrit les statuts des propriétaires de bains, ou étuviers, quelques lignes ajoutées plus tard suggèrent que les autorités encourageaient l'hygiène mais s'élevaient contre les ébats auxquels les amoureux se livraient dans les bains mixtes. Désormais, les étuviers auront à décider si leur établissement est ouvert aux femmes ou aux hommes, jamais aux deux ensemble. La pruderie envers des désordres grandissants mit les établissements de bains en difficultés financières, et ils durent fermer les uns après les autres. A Provins, par exemple, en 1309, les « bains neufs » sont loués 209 sous, 100 sous en 1315 et seulement 60 sous en 1320. C'est ainsi que l'hygiène disparut de la société médiévale.

5

La condition des travailleurs

Il serait fort injuste de parler de révolution industrielle au Moyen Age sans évoquer ceux qui en furent les artisans. Soucieux d'une production accrue, le Moyen Age eut envers les travailleurs des politiques diverses tenant compte des rapports de force. Si les avantages qui étaient concédés aux mineurs contribuaient singulièrement à la destruction de l'environnement et allaient souvent à l'encontre des sages mesures qui tentaient de lutter contre elle, c'est que les substantiels revenus que rapportaient les produits de la mine justifiaient qu'on stimule les mineurs en leur accordant quelques droits.

Droits et privilèges des mineurs.

En effet, les mineurs pouvaient prospecter et fouiller le sol pratiquement partout, excepté dans les cimetières, les jardins, les vergers, les grandes routes, détourner les cours d'eau et couper du bois, même s'il était rare, dans les forêts des environs si ce bois était indispensable au bon fonctionnement de la mine. Mais souvent ils outrepassèrent leurs droits. Des plaintes nombreuses furent déposées contre eux. Ils étaient accusés de creuser et de fouiller les terres d'église et les terres arables, et même parfois de détourner des cours d'eau à travers les terrains cultivés. En 1361, John de Treeuves se plaint de ce que : « ... récemment plus de

soixante mineurs d'étain ont envahi les terres de (son) domaine où poussent blé, orge, avoine, haricots et pois, d'une qualité sans égale dans tout le comté de Cornouailles. Les mineurs ont détourné un cours d'eau si bien que sur le riche sol de (sa) propriété et sur la lande où ils ont prospecté, il ne reste plus, après un tel déluge, que pierrailles et graviers[1]. » Les plaignants eurent rarement gain de cause car pour s'assurer le maximum de revenus, les suzerains d'Europe et en particulier ceux d'Europe centrale et d'Angleterre, eurent la sagesse d'établir une administration minière, indépendante des autorités locales, dirigée par un « Bergmeister » et gérée par les mineurs eux-mêmes. Les mineurs avaient leurs propres tribunaux de justice où siégeaient 12 ou 14 mineurs. Ceci empêchait les autorités locales de se mêler de leurs problèmes et disputes professionnelles, palliant ainsi le risque d'un arrêt dans la production, donc d'une baisse du rendement et des revenus. Cette législation aurait traversé la Manche. Dans les grands centres miniers anglais, les mines de plomb du comté de Derby, d'Alston Moor et des Mendip Hills, dans les mines royales d'argent du Devon, dans les exploitations de fer de la forêt de Dean, nous trouvons des cours de justice minières dirigées par un Bergmeister, orthographié (en Angleterre) Bermaster, Barmaster, Bermar ou Barmar. Dans le comté de Derby, les cours de justice sont appelées Berghmote ou Barmote.

Les mineurs étaient exempts des taxes habituelles, de certains droits de péage et du service militaire. On leur offrait des concessions couvrant des terrains soigneusement mesurés. Ce que le concessionnaire découvrait, lui appartenait à vie, était négociable et transmissible à ses héritiers. En Allemagne, une faveur plus grande encore fut accordée aux mineurs : quand elles étaient prospères, leurs commu-

1. Cité dans G. R. Lewis, *The Stanneries. A study of the English Tin Mines*, Harvard U.P., Cambridge, Mass., 1924, p. 4-5.

nautés devenaient des « cités minières ». Comme ce fut le cas de Freiberg, Goslar, Iglau, Kuttenberg et Joachimstal qui jouissaient du statut de villes d'hommes libres. En plus de leurs privilèges particuliers, les habitants des communautés minières furent libérés de la tutelle des corporations et purent profiter des avantages offerts par la municipalité locale : le droit d'user librement des facilités pour faire la bière, cuire le pain et transporter gratuitement marchandises et matériaux.

Un des plus anciens règlements miniers est celui d'Iglau en Bohême, promulgué en 1249, dont voici quelques-uns des articles :

« Au nom de Dieu, amen. Nous, Wenceslas, par la grâce de Dieu roi de Bohême et de Moravie, à tous ceux qui verront cette présente lettre, salut éternel (...) Nous avons décidé que (...).

Art. 2 : Partout où une mine s'avère exploitable, partout où l'on met en exploitation une galerie, le mineur recevra de droit 4, 5 Lehen * du toit de veine et un Lehen du « mur », en profondeur comme en hauteur.

Art. 3 : On mesurera à celui qui découvre une nouvelle mine sept Lehen, plus un Lehen de chaque côté, respectivement au roi et aux bourgeois. Les prospecteurs donneront aux arpenteurs de la mine sept schillings.

Art. 5 : Si quelqu'un en travaillant dans sa galerie, tombe sur un filon, on lui attribuera, à partir de l'endroit de la découverte, sept Lehen.

Art. 7 : Si des galeries et des mines déjà prospectées sont abandonnées, on proclamera ce fait pendant six dimanches consécutifs, pour inciter les propriétaires à reprendre l'exploitation. Si celle-ci n'a pas repris après le sixième dimanche,

* Lehen : mesure de longueur équivalent à 12,80 m environ.

les juges des mines se rendront à la mine; s'ils la trouvent déserte, ils pourront la relouer à qui ils voudront.

Art. 15 : Si quelqu'un (...) avec l'accord du juge et des jurés (...) commence à creuser une galerie et s'il advient qu'un autre mineur découvre avant lui, en dehors de l'espace des 3,5 Lehen qui lui reviennent de droit, que cette galerie recèle un filon de métal, le fait sera constaté par des témoins. C'est celui qui a découvert le minerai le premier qui conservera les sept Lehen.

Art. 16 : Nous voulons en outre que tout homme qui découvre une nouvelle mine, un nouveau filon ou du métal le fasse savoir tout d'abord au juge et au maître de la mine. Personne ne peut commencer à prospecter devant ou derrière lui à moins de un Lehen; si quelqu'un contrevient à cette règle, il perdra ses droits au gain et le prospecteur gardera tous ses droits [1].

D'autres règlements miniers, ceux de Freiberg, de Kuttenberg, de Schemnitz sont parvenus jusqu'à nous. C'est probablement le règlement rédigé dans la région de Goslar qui servit de modèle à presque tous les codes miniers médiévaux. « Cette législation de Goslar aurait été appliquée vers le nord jusqu'en Suède, vers l'est en Saxe (région de Freiberg) et de là vers le sud, par Iglau, vers les mines hongroises... il est possible qu'un autre rameau soit venu du Tyrol et, par l'intermédiaire de Kuttenberg, ait essaimé jusqu'en Crète... D'autres recoupements permettent de penser... que ce vieux droit allemand ne fut pas sans influence sur certaines législations italienne ou française (en particulier à Massa et dans les mines du Lyonnais). Certains textes français, comme ceux de Vicdessos, d'Allevard (situés l'un dans les Pyrénées, l'autre en Dauphiné), n'ont pas encore été

1. Cité dans *l'Europe au Moyen Age*, t. III, Armand Colin, Coll. « U », Paris, 1971, p. 216-217.

suffisamment étudiés pour que l'on puisse les rattacher à un tronc commun. Notons toutefois que dans ces trois derniers cas, il s'agit de mines de fer et non de cuivre, de plomb et d'argent comme pour les règlements miniers du Centre et du Nord de l'Europe [1]. »

Droits et privilèges des « stanneries ».

Dans le cas des mines d'étain, il semble que ce soit les mineurs allemands qui aient subi l'influence des autres mineurs, anglais notamment. En effet, les mines d'étain du Devon et de Cornouaille étaient déjà connues à l'âge du bronze. D'aucuns situent en Cornouaille le fameux territoire des Cassitérides où les Phéniciens venaient chercher leur étain. Plus tard, on désigna ces mines sous le nom de « stanneries » (du latin *stanum* et *stagnum*, plomb argentifère). L'exploitation de ces mines étant fort ancienne, la compétence des mineurs anglais était reconnue et, au moment où un certain nombre d'entre eux émigrèrent vers les riches territoires de Germanie, ils y influencèrent les lois et coutumes professionnelles en usage. Au XIIIe siècle, le chroniqueur Mathew Paris attribue à un Cornouaillais la découverte en 1242 de plusieurs mines en Allemagne.

Au Moyen Age, l'étain allié au cuivre fournissait le bronze dont on coulait les cloches d'église et, plus tard, les canons; allié au plomb, on en faisait des poteries qui comptaient parmi les articles d'exportation anglais. La production d'étain, extrêmement fluctuante, atteint son point maximum entre 1156 et 1171, passant de 70 à 350 tonnes. En 1198, le roi Richard, observant le profit des « stanneries », décida de les réorganiser. Il favorisa les mineurs, afin d'obtenir

1. B. Gille, « Les problèmes de la technique minière au Moyen Age » dans *Revue historique des mines*, t. I, nº 2, 1969, p. 282.

d'eux un meilleur rendement, prenant conseil de techniciens et de spécialistes choisis parmi les mineurs eux-mêmes. En 1201, poursuivant cette politique, le roi Jean confirme : « L'ancien droit des mineurs à creuser la terre pour en extraire l'étain n'importe quand, n'importe où, en paix et librement, sans l'interdiction de qui que ce soit, fût-ce sur les dunes et les landes d'un abbé, d'un évêque ou d'un comte... leur donne aussi le droit de ramasser et mettre en fagots tout le menu bois nécessaire à leur fonderie, sans causer de dommages aux forêts, ainsi que le droit de détourner le cours des rivières si l'eau est indispensable aux stanneries, comme il est dit dans les anciens usages [1]. » Il garantit encore aux mineurs leur entière indépendance vis-à-vis de la juridiction des tribunaux et juges locaux; ils ne relèveront désormais que des seuls gardes et baillis de leurs propres cours de justice minières. « ... Nous avons également décidé que seul le représentant principal des ' stanneries ' ou ses baillis ont plein droit de rendre la justice et de traduire les mineurs devant la loi [2]... » Cette charte extrêmement favorable à l'industrie minière, devait donner d'excellents résultats. La production passa de 500 tonnes en 1212 à 600 en 1214 et à 700 en 1237. A une production accrue correspondit une rentrée de taxes plus importante qui rapporta en 1214, 799 livres, somme remarquable puisque les revenus combinés des deux duchés de Cornouaille et de Devon ne s'élevaient qu'à 500 livres. En 1306, la taxe atteint à elle seule 1 726 livres. En plus de ces bénéfices substantiels, l'administration royale jouissait du droit de préemption sur tout l'étain produit par les mines de deux duchés.

Les privilèges accordés aux travailleurs des mines mécontentèrent les seigneurs dont les manants préféraient devenir

1. *The Stanneries*, p. 36.
2. *Ibid.*, p. 36.

mineurs et jouir ainsi d'un statut professionnel autrement intéressant. En vain les seigneurs protestèrent-ils : les mineurs conservèrent tous leurs droits, et parfois même en abusèrent un peu. C'est ainsi qu'une commission d'enquête de 1318, révèle que les mineurs du Devon n'hésitaient pas à l'occasion : « ... à s'emparer et à rosser les baillis du roi... et à les interner dans leur prison jusqu'au versement d'une rançon [1] ».

Les ouvriers du textile.

Les droits et les privilèges des mineurs du Moyen Age contrastent étonnamment avec le statut des ouvriers de la grande industrie médiévale du textile. Les mineurs étaient des hommes libres alors que les ouvriers du textile des villes industrielles de Flandre et d'Italie formaient un véritable prolétariat asservi à un système capitaliste : « Dans la grande industrie... le capital et le travail se sont dissociés. L'ouvrier écarté du marché ne connaît que l'entrepreneur qui le paie [2]... »

Jusqu'à la seconde moitié du XIIIe siècle, l'industrie textile de l'Europe occidentale était centralisée dans les Flandres, dans les cités flamandes à population dense d'Ypres, Gand, Bruges et dans les villes françaises d'Arras, Saint-Omer, et Douai. Dans la mesure où elle dépendait pour ses achats de laine des producteurs d'outre-Manche qui élevaient alors les meilleurs moutons d'Europe, l'industrie textile traversa plusieurs crises socio-économiques. Les acheteurs flamands venaient chaque année en Angleterre pour s'approvisionner en laine. Mais, en raison des changements dans les conditions économiques, la laine anglaise se fit plus rare et plus chère.

1. *The Stanneries*, p. 94.
2. H. Pirenne, *Histoire économique et sociale du Moyen Age*, PUF, Paris, 1969, p. 161.

Pour accroître les revenus du roi Edouard Ier, le Parlement de Westminster avait voté un impôt sur la laine et en 1275 la première taxe à l'exportation fut perçue. Cette taxe, qui au début était de 7 sous 6 deniers par sac de laine, fut augmentée considérablement avant même la fin du siècle. Au début du XIVe siècle, le prix de la laine était encore plus élevé, en raison de la dévaluation de la monnaie.

Mais c'est l'embargo mis sur l'exportation de la laine à partir de 1296 par Edouard Ier, alors en conflit avec le roi de France, qui toucha le plus profondément l'industrie flamande. Cette sanction économique en immobilisant toutes les activités de l'industrie lainière, provoqua le chômage et la misère. En 1297, la famine causée par la pénurie de laine fut particulièrement désastreuse. Des bandes de travailleurs à la recherche de nourriture ravagèrent les campagnes. La stratégie économique d'Edouard Ier atteignit son objectif : le comte de Flandres se retourna contre le roi de France et signa un traité d'alliance avec l'Angleterre. Plus sérieux encore furent les troubles sociaux des dernières années du XIIIe siècle. Les travailleurs se révoltèrent contre les entrepreneurs capitalistes qui dominaient l'industrie textile et qui détenaient le pouvoir politique à l'intérieur des municipalités. Une première grève est mentionnée à Douai en 1245, puis les grèves se succèdent régulièrement. En 1274, les tisserands et les foulons quittèrent en masse la ville de Gand pour le duché voisin de Brabant. Le plus fort déplacement de population eut lieu en 1280. Au cours de l'été, les ouvriers du textile prirent les armes à Ypres, à Bruges en septembre, à Douai en octobre. Massacres et pillages furent suivis de répressions, les ouvriers furent bannis ou durent s'expatrier. Ils se dirigèrent vers l'Angleterre où l'industrie textile était en expansion et vers l'Italie qui offrait en outre des avantages fiscaux à la main-d'œuvre qualifiée. En 1271, Henri III décrète que

« tous les travailleurs du textile, hommes ou femmes, de Flandres ou d'ailleurs, peuvent venir en toute sécurité dans notre royaume pour y faire du drap[1] ». De plus il les exempte de toutes taxes pendant cinq ans.

L'Angleterre du XIIe et du XIIIe siècles agissait comme un pays en voie de développement en exploitant systématiquement sa matière première la plus importante : la laine. Les Flandres étaient alors au nombre des pays ayant un niveau industriel assez avancé. Au cours des siècles suivants, cette situation sera renversée et l'Angleterre prendra la tête de l'industrie mondiale des textiles. Les causes de ce changement remontent au XIIIe siècle et tiennent à la taxe à l'exportation qui permit aux industriels anglais d'acheter leur laine à un prix bien inférieur au prix payé par les acheteurs flamands, à l'afflux d'ouvriers spécialisés immigrés, à l'utilisation de techniques révolutionnaires comme le moulin à foulon déjà mentionné et le rouet : « ces deux inventions augmentèrent considérablement le rendement sans exiger un accroissement parallèle de la main-d'œuvre employée [2] ».

Les statistiques d'exportations annuelles de balles de laine et de pièces de drap sont révélatrices : la quantité de balles diminue et le métrage de drap augmente. Au début du XIVe siècle, l'Angleterre exportait 35 000 balles de laine par an. A la fin du XIVe siècle, l'exportation était tombée à 19 000 balles et au milieu du XVe siècle, elle n'était plus que de 8 000. Inversement, le nombre des pièces de drap exportées, approximativement 4 000 en 1347-1348, passa à 16 000 dans les années 1360 et à 54 000 à la fin du XVe siècle.

L'industrie textile flamande, si puissamment organisée, commença à péricliter dans les dernières années du XIIIe siècle. Son déclin fut précipité par les interventions répétées des

1. Cité dans E. Carus-Wilson, « The Woollen Industry », *The Cambridge Economic History*, t. II, Cambridge U.P., 1952, p. 415.
2. *Ibid.*, p. 142.

banquiers italiens, surtout florentins, sur le marché anglais de la laine. Pour obtenir le contrôle de la précieuse matière première, les Italiens mirent en œuvre toutes les ressources de leur nouvelle puissance financière. C'est l'introduction, dans les échanges commerciaux, de méthodes modernes et efficaces et « l'invention » de nouvelles techniques bancaires et administratives qui expliquent le succès des Florentins. En effet, ils utilisèrent les lettres de crédit payables à l'étranger aux voyageurs, religieux ou commerçants, les lettres de change non négociables et la comptabilité en partie double.

Les Frescobaldi (rencontrés au chapitre II) obtenant du roi la concession des mines du Devon, les Bardi et les Peruzzi, installés en Angleterre pour percevoir les redevances papales, prêtaient à la Trésorerie royale de grosses sommes d'argent, achetaient, un ou deux ans à l'avance, la production de laine des monastères cisterciens, évinçant partout les acheteurs flamands dont les capitaux limités ne parvenaient pas à écarter la concurrence italienne. L'excellente laine anglaise, se trouva ainsi progressivement détournée des marchés flamands vers le marché florentin. Les répercussions économiques sur l'industrie textile florentine furent immédiates. Jusqu'à la seconde moitié du XIIIe siècle, Florence fabriquait surtout du drap bon marché, fait de laine de qualité inférieure et se spécialisait dans les opérations de teinture et d'apprêt de tissus grossièrement finis, expédiés des pays du Nord de l'Europe. Puis, la production de drap de haute qualité s'intensifia et atteignit son volume maximal au début du XIVe siècle. En 1338, Florence fabriquait 80 000 pièces de drap et n'en importait plus que 10 000.

Les banquiers, hommes d'affaires aux méthodes capitalistes, maintenaient en servitude la majorité des 30 000 travailleurs de l'industrie textile florentine auxquels tous les droits professionnels et politiques étaient refusés. La main-

d'œuvre au XIVe siècle fut aussi impitoyablement exploitée par le patronat que le sera, au XIXe siècle, le prolétariat d'Europe et des États-Unis. Arnold Hauser dans son livre *Social History of Art* écrit que : « L'accroissement de la production exigea l'exploitation intensive de la main-d'œuvre, la fragmentation poussée du travail et la mécanisation des méthodes en usage; ceci veut dire, non seulement l'utilisation de machines, mais aussi la dépersonnalisation du travail de l'ouvrier, estimé en fonction de son seul rendement. Rien n'illustre mieux la philosophie économique de l'âge nouveau que cette conception matérialiste qui évalue l'homme en terme de production et la production en fonction de sa valeur marchande. En un mot, c'est faire de l'ouvrier un simple chaînon dans un engrenage complexe d'investissements, de revenus financiers, de risques de profits et pertes, de capitaux et d'obligations [1]. »

La division du travail fut poussée au maximum : produire une pièce de drap nécessitait 26 manipulations différentes, exécutées chacune par un ouvrier spécialisé. Le travail à la chaîne, tel qu'il est pratiqué au XXe siècle, réduit l'ouvrier à n'être que le rouage d'une machine et lui retire même la possibilité de voir le produit fini, résultat de son travail. Les tisserands florentins étaient aliénés pour les mêmes raisons et ils l'étaient d'autant plus que l'entrepreneur qui les employait leur refusait le droit de s'affilier à des associations dont il craignait la puissance — en connaissance de cause puisque la bourgeoisie capitaliste qui dominait les affaires florentines détenait d'associations et de guildes semblables une grande partie de son pouvoir.

Pour conserver le contrôle de ce prolétariat urbain, les patrons florentins du XIVe siècle recoururent souvent, à l'exemple des patrons flamands du XIIIe siècle, à des méthodes

1. A. Hauser, *The Social History of Art*, Routledge and Kegan Paul, t. I, Londres, 1951, p. 285.

non moins contestables que celles des industriels anglais du XIXe siècle. Ils employèrent, par exemple, le *verlag system* ou *truck-system*, un système de paiement des salaires en nature qui enchaînait littéralement l'ouvrier à sa tâche puisqu'il devait rembourser en heures de travail les avances de marchandises ou les prêts d'argent, estimés souvent à une valeur bien supérieure à leur valeur réelle. « Au XIIIe siècle le *verlag system* est entièrement formé en Flandre; il s'installera un peu plus tard à Florence, en Angleterre, en Allemagne méridionale, alors que Sombart recherche son origine au XVIe siècle [1]. »

La main-d'œuvre représentait une fraction importante (60 %) du prix de revient final des draps. Or, l'importation de la laine étant aux mains des banquiers et de leurs agents, le prix de vente du drap dépendant de la loi du marché, les industriels florentins n'avaient qu'une seule façon d'augmenter leur marge bénéficiaire : payer aux ouvriers le salaire le plus bas.

Contre les décisions arbitraires affectant leurs salaires, les ouvriers n'avaient aucun recours ni aucun droit. Si des inspecteurs venaient régulièrement s'assurer de l'application du règlement, ils n'étaient pas habilités à recevoir des plaintes. En revanche, les guildes auxquelles étaient affiliés les industriels avaient leurs propres officiers et leurs propres prisons pour châtier tout travailleur récalcitrant.

Les ouvriers du bâtiment.

Les nombreuses contraintes et restrictions imposées aux ouvriers du textile en matière de déplacement et de salaires contrastent avec la liberté des ouvriers du bâtiment se dépla-

1. W. Endrei, *L'Évolution des techniques du filage et du tissage du Moyen Age à la révolution industrielle*, Mouton, Paris, 1968, p. 92.

çant à leur gré d'un chantier à l'autre et libres de refuser le salaire offert. L'analyse des registres de comptes et des rapports de chantier ne nous montre nullement une classe ouvrière vivant dans la crainte du patron. Les documents révèlent, au contraire, l'existence de grèves, d'ouvriers rossant d'autres ouvriers accusés d'avoir accepté des salaires inférieurs.

Au XIIe siècle, les maçons employés à la construction du monastère d'Obazine, se révoltent un matin et vont injurier l'abbé qui, sous prétexte de végétarisme, avait confisqué le porc qu'ils avaient égorgé pour en faire ripaille entre eux. En janvier 1331, les maçons qui construisent Westminster « refusent de travailler le lundi ou le mardi, parce que leurs salaires ne leur ont pas été payés depuis Noël et qu'ils craignent de perdre leur dû. Le trésorier fut obligé de garantir le paiement des salaires passés et des salaires futurs; ils recommencèrent alors à travailler le mercredi [1] ».

Vu sous un autre angle, le témoignage d'un responsable de chantier nous apporte la preuve que les rapports avec les ouvriers, les fournisseurs et l'administration n'ont guère changé non plus en quelques siècles : « Les salaires, qui étaient d'habitude payés tous les quinze jours, sont maintenant en retard d'un mois et plus. Des ordres ont été donnés pour que l'on paye régulièrement tous les quinze jours et pas moins souvent. Il dit qu'il a payé Roger de Hirton le maçon de la fabrique pour presque deux semaines de travail pendant lesquelles, étant absent, il n'a rien fait. Du bois, de la pierre, de la chaux ont disparu et il ne sait où. La toiture et la maçonnerie de l'église sont affectées par le manque de soin et d'entretien. Les responsables du chantier et les ouvriers, qui pourtant ont l'air compétent, se disputent

1. Salzman, *Building in England down to 1540*, p. 74.

si souvent que le travail est retardé et mis en péril. Les pilastres extérieurs se sont presque tous écroulés par manque de protection. Le charpentier W. est un vieillard et il n'est pas bon à grand chose, car il a le vertige. Des ordres ont été donnés pour qu'on le remplace par un homme plus jeune. Le charpentier W. sera employé pour contrôler les défauts du travail. Le maître des maçons arriva le 11 janvier, disant que la majorité des maçons ne l'écoutait pas, que la main-d'œuvre était incapable et n'entendait rien à son travail; les autres sont si indépendants qu'on ne peut ni les contrôler, ni les punir comme il le faudrait. Poutres, pierres, chaux, mortier, etc., sont fréquemment volés. Des pierres ont été détournées de la carrière. Ce qu'on livre est pratiquement bon à jeter. Le toit est si mal fait et laisse passer tant d'eau qu'un gamin a failli se noyer. Tout cela est dû à l'absence de plomb sur la toiture... Il se plaint aussi d'être gêné dans sa tâche et dans ses relations avec les ouvriers par le maire, qui se mêle de tout. Il ne peut pas aller contrôler la qualité du travail fini, parce que seul Sir Thomas de Ludham a les clefs de la porte de la fabrique. 11 janvier. Will de Wrsal, le sous-maître de la fabrique, dit que le gros problème provient de ce que les grues, qui se trouvent du côté ouest de l'église, sont pourries et inutilisables. Le maître charpentier affirme qu'il n'a la preuve d'aucune malhonnêteté de la part de l'intendant, sauf le cadeau d'une pierre ou deux, cadeau pour lequel il reçut un peu d'argent. Il dit également que la pièce construite à côté de l'église par Richard de Melton est inutilisable et qu'il faudrait la démolir. 12 janvier. Ordres sont donnés pour que personne ne se mêle de nommer ou de révoquer les maçons, excepté le maître-maçon. Ce maître-maçon devra signaler au chapitre les individus désobéissants et récidivistes. Il devra assurer à ses hommes le salaire correct et normal pour un travail accompli honnêtement. A l'avenir, aucun maçon ne pourra

obtenir une somme supérieure à celle qui lui est due [1]. »

Toute occasion est bonne aux ouvriers pour demander une augmentation de salaire. L'ouvrier ne travaille vraiment bien que lorsqu'il est employé à la tâche (nous dirions aujourd'hui aux pièces). Cette façon de rémunérer était avantageuse pour l'employeur désireux d'éviter le gâchis de dépenses incontrôlables. Mais on ne put jamais l'utiliser pour financer les grands programmes de construction.

Quand le roi Henri III se trouva à court de fonds pour régler les dépenses du chantier de Westminster, il encouragea ses maîtres-maçons à donner à forfait certains travaux de moindre importance. Ce mode de paiement avait deux autres avantages : il empêchait le comptable d'arrondir, en sa faveur, les sommes à répartir et, dans une certaine mesure, il combattait l'absentéisme, habitude fort répandue à l'époque (et de nos jours encore). Au Moyen Age l'arrivée et le départ de la main-d'œuvre étaient soigneusement notés par le clerc chargé de régler les salaires. Nous savons ainsi, que :

Robert d'Oxford [2]	a été absent 3 jours dans la semaine de la Pentecôte	2s. 3½d.
Philippe de Dilwyn [3]	arriva le mercredi de la 5e semaine, quitta le vendredi suivant et revint à la 11e semaine.	2s. 3½d.

Ce n'est pas le surmenage qui causait l'absentéisme parmi les travailleurs anglais du XIIIe siècle. Il semble qu'ils aient eu plus de jours de congé officiel que ceux d'aujourd'hui. Les ouvriers du Moyen Age avaient jusqu'à deux semaines de congé à Noël, une semaine à Pâques, quelques jours

1. *Building in England down to 1540*, p. 54-55.
2. Cité dans *Building accounts of King Henry III*, éd. H. M. Colvin, Clarendon Press, Oxford, 1971, p. 301.
3. *Ibid.*, p. 401.

pour la Pentecôte, plus les fêtes des saints dont bon nombre était chômé à l'époque. Le règlement de la cathédrale d'York prévoyait aussi des fins de journée libres, le travail cessant à midi, pour permettre de célébrer la vigile des fêtes et de préparer religieusement le dimanche. En moyenne, l'ouvrier travaillait cinq jours et demi par semaine. Toutefois, sa journée était extrêmement longue, commençant à l'aube, finissant à la tombée de la nuit — douze heures et demie en été, huit heures trois quarts en hiver —, coupée par des pauses pour les repas et une heure pour le dîner. Une telle différence dans les heures de travail força les autorités à établir deux barêmes de paiement : le salaire d'hiver et le salaire d'été et même, dans certains cas, quatre barêmes, un pour chaque saison.

La comptabilité des chantiers révèle une très intéressante structure des salaires. Il est évident qu'il n'existait aucune organisation professionnelle des maçons, excepté à Londres où dès le XIIIe siècle ces derniers avaient tenté d'imposer un contrôle organisé de l'embauche et des salaires. Ailleurs, il n'y avait aucune réglementation. Les tailleurs de pierre étaient libres de demander le salaire qu'ils voulaient, en échange de leurs connaissances techniques. Il va sans dire que l'employeur n'était pas obligé d'accepter les offres faites. Le marché était libre et c'est ce qui explique la grande diversité des gages. Pendant la construction du château de Caernarvon, en 1304, on paya 53 maçons à 17 taux différents.

La raison d'une telle diversité dans l'échelle des salaires tenait à ce que les employeurs craignaient un front unifié de travailleurs capable de réclamer des augmentations. Plus tard, au XIXe et au XXe siècle, les grands patrons d'industrie, en Europe et aux États-Unis luttèrent par tous les moyens et pour les mêmes motifs afin d'empêcher les ouvriers de s'unir et de former des syndicats.

Cette éventuelle organisation ne fut jamais pour les employeurs du Moyen Age une menace dans la mesure où les tailleurs de pierre, mortelliers et maçons appartenaient à une main-d'œuvre flottante, se déplaçant d'un chantier à un autre trop rapidement et trop souvent pour avoir le temps d'organiser une résistance sérieuse à l'employeur. En fait, le drame de la classe laborieuse dans les cités du Moyen Age est que, une fois les corporations fondées sous l'égide des municipalités, ces corporations devinrent des associations d'anciens ouvriers parvenus au stade de patrons privilégiés. Les grandes corporations ou guildes devinrent ce qu'on a appelé « des syndicats de patrons exploitant un monopole ».

En dépit de tout cela, la main-d'œuvre médiévale était relativement bien payée. Les ouvriers hautement qualifiés furent toujours recherchés et l'employeur devait en tenir compte. Le salaire moyen était de 4 deniers par jour. Un simple maçon qui pose les pierres touche 3 deniers et demi, un tailleur de pierres 4 deniers et un maître-tailleur de pierres franches 4 deniers et demi. Le salaire le plus humble est celui du manœuvre qui creuse les fondations ou charrie les pierres : il reçoit de 1,5 à 2 deniers. Le salaire le plus élevé est celui du maître-maçon ou architecte qui peut toucher 12 deniers, soit un sou par jour, parfois exceptionnellement deux sous. S'il a signé un contrat avec le roi ou l'église, il jouit de certains privilèges attachés à son statut professionnel. Ainsi il est payé tous les jours de la semaine, alors que les maçons ne le sont que pour les journées effectivement accomplies sur le chantier et quelquefois pour une ou deux fêtes chômées.

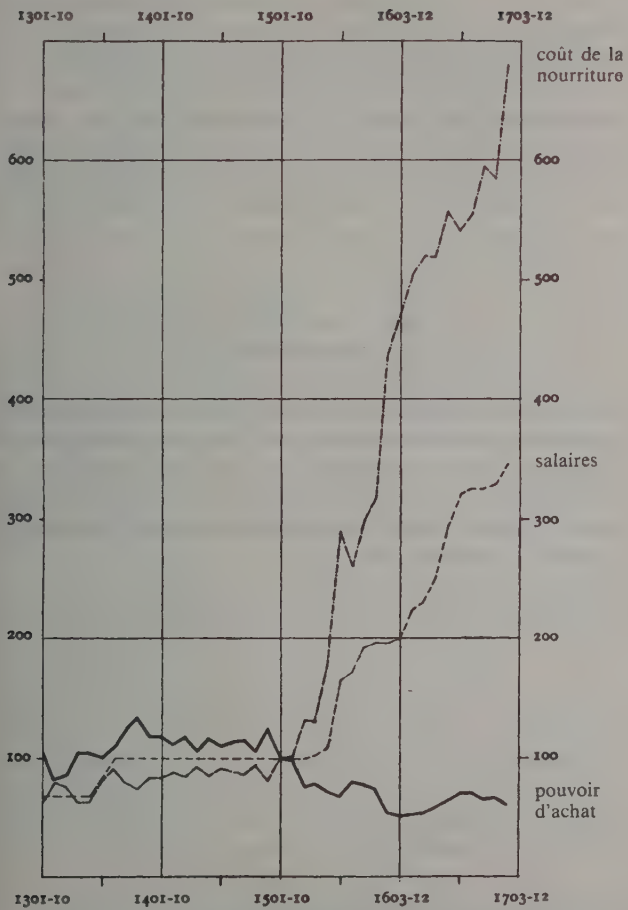
Est-il possible de se faire une idée exacte du niveau de vie du maçon médiéval? Payé en fin de semaine, comme l'ouvrier moderne, son salaire était à peu près de 20 deniers, soit trois fois le montant de ce qu'il dépensait pour sa nourriture,

comme nous pouvons le calculer en comparant son salaire avec le prix d'achat du bétail par exemple.

Les quatre deniers quotidiens du maçon lui permettaient de vivre décemment s'il était seul, ou s'il était marié et n'avait qu'un enfant. Pourtant nourrir une famille de 2, 3 ou 4 enfants devait être précaire, avec un budget aussi limité. A coup sûr, les maçons pouvaient avoir plusieurs sources de revenus. Souvent ils étaient propriétaires d'une petite terre que leur femme exploitait pendant qu'ils travaillaient au chantier. Nous savons aussi que certains maçons gagnaient de l'argent en louant des charrettes pour le transport des pierres. Ceux qui étaient propriétaires de carrières vivaient sans doute assez bien. Les manœuvres qui ne touchaient que 1 ou 2 deniers par jour avaient du mal à subsister et cela n'a d'ailleurs guère changé. Les statistiques montrent que sur les grands chantiers les manœuvres recrutés localement pour 95 % d'entre eux, travaillaient aux champs quand ils étaient sans emploi dans le bâtiment. La main-d'œuvre spécialisée venait, dans une très large proportion, de terroirs plus éloignés.

La Peste noire en tuant plus de 30 % de la population rendit les ouvriers spécialisés et même les simples manœuvres extrêmement rares sur le marché du travail. La loi de l'offre et de la demande fit monter les salaires à tel point que le Parlement de Westminster tenta d'y mettre le holà en promulguant en 1349 puis en 1351 un statut qui interdisait aux travailleurs de réclamer des salaires supérieurs à ceux qui étaient pratiqués avant la Peste noire.

Le salaire quotidien de l'ouvrier qui stagna à 6 deniers jusqu'en 1540 passa à 10 deniers (au début du XVIIe siècle, il sera de 16 deniers et à la fin du Grand Siècle, de 18 deniers). Cependant, en terme de pouvoir d'achat, le salaire des ouvriers s'était très sensiblement amélioré de 1350 à 1510. En effet, si les produits alimentaires avaient accusé une



Salaires, coût de la nourriture et pouvoir d'achat 1300-1700. (D. Knoop et G. P. Jones, *The Medieval Mason*, Manchester U.P., 1949, p. 206.)

hausse de 33 %, les salaires, eux, avaient augmenté de 42 %. Ce sera l'inverse au cours du XVIe siècle, les salaires restant bien en dessous du prix très élevé de la nourriture. Nous pouvons concrétiser ce mouvement de recul en prenant 100 comme indice de salaire hebdomadaire réel des maçons pendant la décennie 1500-1510. De 1541 à 1592, le salaire réel d'un maçon pendant une semaine de travail tombe à 61,2 et, entre 1593 et 1662, il tombe à 45,3. Au XVIIe siècle, le salaire réel n'était plus que la moitié de ce qu'il avait été au XIVe siècle [1] :

97,6	de	1301 à 1350
109,7	de	1351 à 1540
61,2	de	1541 à 1592
45,3	de	1593 à 1662

La courbe que nous reproduisons illustre graphiquement cette mutation économique et nous pouvons constater que le maçon, ouvrier hautement qualifié qui avait été l'un des artisans de la révolution industrielle du Moyen Age, eut un niveau de vie bien supérieur à celui des maçons du XVIIe et du XVIIIe siècle.

1. *The Medieval Mason*, p. 237

6

Villard de Honnecourt, architecte et ingénieur

Privilèges et renommée des architectes-ingénieurs.

Un petit groupe de spécialistes privilégiés, les architectes-ingénieurs, se trouvait non seulement au sommet de l'échelle des salaires en vigueur dans l'industrie médiévale du bâtiment, mais avait encore la possibilité d'exiger et d'obtenir une série de privilèges attachés à cette profession. « Sur un chantier au Moyen Age, l'architecte était aussi l'ingénieur, car à cette époque, dans ce domaine, on ignorait la spécialisation des fonctions telle qu'elle est pratiquée dans les bureaux d'étude du monde moderne. L'architecte médiéval dominait réellement l'ensemble des travaux et chaque opération lui était familière [1]. » Plus tard, à l'époque de la Renaissance, le rôle de l'architecte et son statut social seront modifiés.

Les architectes vivaient confortablement et se trouvaient parfois dans la position enviable de pouvoir dicter leurs conditions. En 1129, Raymond, maître de l'œuvre de la cathédrale de Lugo, avait pu signer avec l'archevêque un contrat où était stipulé qu'en cas de dévaluation de la monnaie, il serait payé en nature. On lui promettait annuelle-

1. J. Fitchen, *The Construction of Gothic Cathedrals, A Study of Medieval vault Erection*, Clarendon Press, Oxford, 1964, Préface, p. XI-XII.

ment 6 marcs d'argent, 36 mesures de tissu, 17 charges de bois, chaussures et guêtres autant qu'il en aurait besoin et 2 sous pour sa nourriture, plus une mesure de sel et une livre de chandelles par mois. Tous les architectes n'avaient pas la prudence de Raymond et certains mouraient endettés. Quand John de Gloucester, maçon du roi, mourut en 1260, il devait à son royal patron 80 marcs. Pourtant, John possédait « une maison dans Puck Lane, près de la porte nord de la ville de Gloucester... une propriété à Bletchington dans le comté d'Oxford... une maison à Bridport dans le Dorset... des terres au sud de Londres... deux maisons à Oxford et un commerce chez les drapiers de Gloucester [1] ».

Le roi ne cessait de le combler de cadeaux et de privilèges. Il l'exemptait de certains impôts, doublait son traitement en cas de déplacement professionnel, lui offrait des barils de vin et, chaque année, lui faisait présent de quatre robes fourrées de toisons d'écureuils pour lui et sa femme Agnès.

Quant à James de Saint-Georges, l'architecte chargé de la construction d'une « chaîne » de dix forteresses élevées au nord du pays de Galles, entre 1277 et 1295, nous savons que le 20 octobre 1284 un salaire de 3 sous par jour — à vie — lui est offert. L'année suivante, on lui accorde la jouissance d'un manoir sa vie durant. Ses revenus atteignent quelque 80 livres par an, somme remarquable pour l'époque « quand on sait que la possession de biens fonciers valant 20 livres implique que le bénéficiaire accède au titre de chevalier [2] ».

Dans les textes anciens, James de Saint-Georges est appelé le *machoun*, le *machinator* ou *l'ingeniator*. C'est lui, proba-

1. J. Harvey, *English Medieval Architects. A Biographical Dictionary down to 1540*, Batsford, London, 1954, p. 114-115.
2. *Building in England down to 1540*, p. 47.

blement, qui dessina les plans des forteresses de Caernarvon, de Conway et de Beaumaris. Le mot *ingeniator* est habituellement réservé aux architectes spécialistes de constructions militaires, mais les architectes auxquels nous devons églises et bâtiments civils étaient aussi des ingénieurs.

Les monuments de pierre édifiés par les architectes flattaient la vanité des bourgeois. Les cités rivalisaient d'ambition, voulant chacune posséder une voûte ou une flèche plus élancée que celle de la cité voisine. Les hommes de cette époque avaient le goût de la compétition, mais l'esprit d'émulation prit fin en 1284 avec l'effondrement partiel du chœur de la cathédrale de Beauvais, élevé jusqu'à 48 mètres sous voûte, la hauteur d'un immeuble de 14 étages. La flèche de Strasbourg s'élance jusqu'à 142 mètres, la hauteur d'un immeuble de 40 étages. Les édifices en pierre des siècles suivants n'égaleront jamais cette taille. Il faudra attendre Eiffel et ses structures métalliques pour parvenir à les surpasser, cinq cents ans plus tard, dans le dernier quart du XIXe siècle.

Si New York et Chicago ont depuis longtemps des gratte-ciel bien plus élevés, Londres dut attendre les années 1960 et les 189 mètres de la Post Office Tower pour supplanter la flèche médiévale de Strasbourg. Saint-Paul, longtemps le zénith au ciel de la Cité, n'a que 124 mètres au sommet de la croix. Un guide de Londres s'émerveille encore devant la tour Victoria du Parlement de Westminster « qui s'élance à 103 mètres et dépasse Big Ben de 6 mètres ». Le restaurant du Hilton de Londres, à 97 mètres d'altitude, est moins haut que la flèche de Strasbourg. Au Moyen Age, construire haut, très haut même, n'était pas considéré comme une erreur esthétique. C'est la hardiesse technique des édifices qu'ils élevèrent qui fit des architectes-ingénieurs les héros du Moyen Age. Ils étaient aux yeux de leurs contemporains ce que sont aujourd'hui les médaillés olympiques ou les

astronautes. Aucune récompense n'était trop belle, aucun honneur trop élevé.

Les plus fameux architectes modernes doivent se contenter d'une médiocre plaque où leur nom est inscrit en tout petits caractères sur une colonne ou sur un mur. Et même, dans le cas du « Seagram Building » de Mies van der Rohe, il n'apparaît nulle part. Un tel anonymat est impensable au XIIIe siècle : le nom de l'architecte est alors gravé en lettres monumentales. A Notre-Dame de Paris, l'inscription en l'honneur de l'architecte Jean de Chelles, qui éleva le transept sud, est gravée sur une longueur de 8 mètres : « Maître Jean de Chelles a commencé ce travail le 2 des ides de février 1258. » Le Moyen Age avait trouvé un autre moyen d'honorer ses architectes. C'est ainsi qu'au centre et sur toute la largeur de la nef de nombreuses cathédrales, on avait incisé dans les dalles le tracé d'un labyrinthe, symbole du pèlerinage en Terre sainte. Une étroite correspondance existait, dans l'esprit des croyants, entre le parcours que l'on devait faire à genoux sur les dalles de pierre et le voyage réel vers Jérusalem. Dans les deux cas, on obtenait des indulgences. En entrant dans la cathédrale, le pèlerin se dirigeait vers le labyrinthe. Il suivait le dédale jusqu'au centre, où se trouvait une plaque circulaire ou octogonale, en métal ou en pierre. Sur cette plaque étaient gravés, non l'image du Christ, de la Vierge, des saints ou de quelques hauts dignitaires ecclésiastiques, mais les noms des architectes-ingénieurs responsables de la construction de l'édifice. Pouvait-on leur rendre un plus bel hommage? Le seul labyrinthe préservé aujourd'hui est celui de la cathédrale de Chartres. Il mesure 18 mètres de diamètre.

Sur le labyrinthe de la cathédrale de Reims, que nous connaissons grâce à une gravure ancienne, les quatre architectes responsables de l'édifice sont représentés aux quatre coins : Jean d'Orbais, qui entreprit le chœur en 1211, est

en haut à droite; Jean le Loup, qui termina le chœur et le transept et commença la façade, est représenté en haut à gauche, tenant une équerre. Gaucher de Reims, qui acheva la façade, de 1247 à 1255, occupe le coin gauche du bas. Bernard de Soissons qui édifia la grande verrière de la façade ouest, de 1255 à 1290, figure dans le coin opposé, dessinant une rosace à l'aide d'un grand compas. Robert de Coucy qui commença les deux tours en 1290, tient la place d'honneur, au centre du labyrinthe. C'est lui qui fit, pense-t-on, graver les portraits de ses prédécesseurs.

L'architecte avait aussi le privilège d'être enterré aux côtés de son épouse s'il le désirait, dans l'église qu'il avait élevée. L'épitaphe gravée sur la pierre tombale de Pierre de Montreuil est particulièrement intéressante, car le texte attribue à l'architecte un titre universitaire, *doctor lathomorum* (docteur ès-pierres) :

« Ci-gît Pierre de Montreuil, fleur parfaite des bonnes mœurs, en son vivant docteur ès-pierres; que le Roi des Cieux le conduise aux hauteurs des pôles. »

Vers le milieu du XIIIe siècle, il se fit un changement marqué dans le statut et la position sociale des architectes. Les honneurs et les salaires élevés qu'ils obtenaient, suscitèrent des jalousies et des critiques dont le dominicain Nicolas de Biard se fit l'écho : « Dans ces grands édifices, il a accoutumé d'y avoir un maître principal qui les ordonne seulement par la parole, mais n'y met que rarement ou n'y met jamais la main, et cependant il reçoit des salaires plus considérables que les autres. Les maîtres des maçons, ayant en main la baguette et les gants, disent aux autres : ' Par ci me le taille ', et ils ne travaillent point et, cependant, ils reçoivent une plus grande récompense; c'est ce que font beaucoup de prélats modernes [1]. » Ce ton légèrement démagogique trahit

1. P. Du Colombier, *Les Chantiers des cathédrales*, Picard, Paris, 1973, p. 66-67.

l'animosité d'un universitaire à l'encontre d'un homme des arts mécaniques reniant sa vocation manuelle pour prétendre à l'intellectualité. Ainsi Pierre de Montreuil, en faisant graver sur sa tombe « docteur ès-pierres », se donne un titre universitaire et un statut d'intellectuel qui ne sont pas les siens.

Un novateur : Villard de Honnecourt.

Passionné de nouveautés et de techniques mécaniques, Villard de Honnecourt, archétype de l'ingénieur de la révolution industrielle du Moyen Age, fait preuve de plus de modestie. Dans son *Carnet de notes* il présente ainsi son œuvre et lui-même : « Villard de Honnecourt vous salue et prie tous ceux qui travaillent aux divers genres d'ouvrages contenus en ce livre de prier pour son âme et de se souvenir de lui; car, dans ce livre, on peut trouver grand secours pour s'instruire sur les principes de la maçonnerie et des constructions en charpente. Vous y trouverez aussi la méthode de la portraiture et du trait, ainsi que la géométrie le commande, et l'enseigne [1]. »

Né au tournant du XIIIe siècle à Honnecourt près de Cambrai en Picardie, son activité professionnelle se situe entre 1225 et 1250. L'étendue de son œuvre nous est connue grâce à son *Carnet*, de même que la renommée de l'architecte romain Vitruve nous est parvenue grâce à ses *Dix Livres d'architecture*. Le *Carnet* conservé à la Bibliothèque nationale de Paris est constitué de 33 feuillets de parchemin, manuscrits recto-verso. A l'origine, l'album comptait d'autres feuillets, malheureusement perdus.

Dans sa jeunesse, Villard de Honnecourt travailla sur le chantier de l'abbaye cistercienne de Vaucelles, à deux heures

1. *Album de Villard de Honnecourt*, éd. cit., p. 59, pl. 12.

de marche de son village natal. Là, il dessina le plan du chœur de l'église, exceptionnel pour une église de l'ordre de Cîteaux; il se rendit ensuite à Cambrai, qui était alors l'une des cités les plus importantes de l'industrie textile du Nord de la France, où il releva sur un parchemin « le plan du chevet de Notre-Dame de Cambrai tel qu'il sort de terre [1] » et « les élévations intérieures et extérieures, le plan de la chapelle, les murs et les arcs-boutants [2] ». Ces élévations étaient l'œuvre de Jean d'Orbais, dont Villard ne vit jamais le portrait, gravé seulement à la fin du XIIIe siècle sur les dalles du labyrinthe. Il s'en est cependant peut-être entretenu avec Jean le Loup, qui dirigeait les travaux du chantier de Reims quand Villard s'y rendit. Sous les croquis d'une église à double déambulatoire, Villard note qu'il en a discuté le plan avec un architecte nommé Pierre de Corbie. A cette époque, les architectes échangeaient volontiers leurs idées.

Quand il était à Reims, Villard dessina une double rangée d'arcs-boutants. Ces arcs-boutants, l'une des grandes « inventions » de l'architecture gothique, permettaient de contrebuter la poussée des voûtes. Cette méthode révolutionnaire rendait possible les hautes constructions, tout en allégeant les murs latéraux. Les églises gothiques étaient remplies d' « inventions » techniques de cet ordre, parmi les plus remarquables desquelles se place l'ensemble, souvent complexe, des passages ou couloirs de service, incorporés verticalement et horizontalement aux murs pour assurer l'entretien et la surveillance des travaux des grands édifices. Ces couloirs n'existaient pas dans les premières églises romanes. A Beauvais, on en construisit sur cinq niveaux différents et à Chartres, il y avait neuf cages d'escaliers à vis. Le schéma (reproduit page 245) montre la coupe d'une grande

1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 118, pl. 12.
2. *Ibid.*, p. 211, pl. 61.

église équipée de couloirs sur 3 niveaux, reliés entre eux par des escaliers en colimaçon. Ces passages, situés à l'intérieur ou à l'extérieur des murs, permettaient, en cas d'incendie, de se rendre rapidement sur les lieux du sinistre. Ils facilitaient également la surveillance et l'entretien de la toiture et des vitraux. Construits au fur et à mesure de l'élévation des murs, ils permettaient non seulement aux maçons de transporter sans mal leurs matériaux mais aussi de réaliser des économies d'échafaudages et d'étayage des murs pendant les travaux... « ils laissaient libre l'espace important au niveau du sol, offrant, sans échelles encombrantes et sans structures temporaires, une voie d'accès interne et sûre vers les parties élevées de l'édifice là où justement des échafaudages localisés s'imposaient [1] ».

Villard comprit l'importance de ces passages de service. Dans son *Carnet de notes*, sous le dessin de deux élévations de Reims, il explique en détail où se trouvent les couloirs. « Devant la couverture des bas-côtés il doit y avoir une voie sur l'entablement et il doit y en avoir une nouvelle sur le comble de ces bas-côtés devant les verrières, avec des créneaux bas, comme vous le voyez en l'image devant vous. A l'amortissement de vos contre-forts il doit y avoir des anges et, pardevant des arcs-boutants. Devant le grand comble du haut, il doit y avoir des voies et des créneaux sur l'entablement, pour circuler lorsqu'il y a danger de feu. Il doit y avoir aussi sur l'entablement des chéneaux pour déverser l'eau [2]. »

En dehors de l'intérêt technique que présente pour lui ces constructions, cette remarque prouve le souci que Villard avait des problèmes de sécurité. Il cherchait aussi le moyen de faciliter le transport et le levage des charges. Grâce aux manuscrits enluminés, nous savons que les bâtisseurs de cathédrales avaient déjà utilisé toutes sortes de machines

1. *The Construction of Gothic Cathedrals*, p. 23.
2. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 211, pl. 61.

(treuils, cabestans, poulies, roues à échelons) à cet effet, mais Villard est le premier à dessiner une vis combinée à un levier, c'est-à-dire un cric dont il dit que « par ce moyen on fait l'un des plus forts engins pour lever les fardeaux [1] ».

Villard dessinait d'abord pour des raisons techniques, mais aussi parce que certains éléments architecturaux lui plaisaient. A Reims, par exemple, il dessina une fenêtre de la nef « parce que, dit-il, je la préférais [2] ». Il exécuta ce dessin aux environs de l'année 1230 mais, et ceci est un point intéressant, il ne copia pas cette fenêtre exactement telle qu'elle était. Inconsciemment, peut-être, « il modernisa » une fenêtre qui devait dater de 1211. En fait, il « modernisa » d'autres bâtiments et, entre autres, l'une des tours de la cathédrale de Laon pour laquelle il exprime son admiration. Les bœufs curieusement sculptés à l'angle de chaque tour peuvent être vus aujourd'hui encore de l'endroit exact où Villard fit son dessin voici plus de 700 ans. A Chartres, il fit un croquis « interprété » de la grande rosace de la façade occidentale. Puis, il recopia le labyrinthe, mais en l'inversant. Malheureusement, la plaque qui donnait probablement le nom des architectes ayant disparu, le dessin de Villard ne nous révèle rien. Il dessina aussi, en la transformant légèrement, l'une des verrières du transept sud de la cathédrale de Lausanne qui se trouvait sur le chemin qu'il emprunta pour se rendre en Hongrie où il avait été invité. Villard était extrêmement fier de ce voyage qu'il n'oublia jamais et dont il parle abondamment dans son *recueil*.

Était-il appelé par les moines cisterciens qui développaient alors leurs monastères en Hongrie, ou bien était-il invité parce que la sœur du roi, Élisabeth de Hongrie, avait avant sa mort, en 1231, fait une donation à la cathédrale de Cambrai? Élisabeth de Hongrie fut canonisée et c'est peut-être

1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 172, pl. 43.
2. *Ibid.*, p. 97, pl. 19.

Villard de Honnecourt qui édifia, à Košice (Tchécoslovaquie actuelle) la cathédrale dédiée à cette sainte. Arrivé vers 1235 en Hongrie, Villard y multiplia les croquis afin de se constituer une réserve de formes et de modèles. De tous ces dessins, il ne reste qu'un seul, représentant le dallage d'une église. Au Moyen Age, il n'était pas rare de voir des architectes-ingénieurs se rendre dans des pays considérés comme en voie de développement par rapport à la France du XIIIe siècle, un peu comme l'ont fait les ingénieurs américains du XXe siècle en offrant leur assistance technique aux nations jeunes pour les aider à édifier leurs centrales hydro-électriques et leurs aciéries.

Le 30 août 1287, l'architecte Étienne de Bonneuil signa en présence du prévôt de Paris, un contrat qui précédait son voyage en Suède : « Nous, Renaut le Cras, Prévôt de Paris, faisons savoir que Étienne de Bonneuil a comparu devant nous et qu'il a accepté d'être le maître-maçon et l'entrepreneur de l'église d'Upsal en Suède où il a accepté de se rendre. Il reconnaît avoir reçu de plein droit, pour son paiement, la somme de 40 livres parisis des mains des sieurs Olivier et Charles, hommes de loi et clercs à Paris, aux fins d'emmener avec lui, aux frais du chantier de ladite église, quatre maçons et quatre ouvriers célibataires, pour tailler et sculpter la pierre, pensant que ce serait au bénéfice de ladite église. Pour cette somme, il s'engage à emmener lesdits ouvriers en ce pays et à payer tous leurs frais. Et, s'il arrivait qu'Étienne de Bonneuil et ses compagnons de voyage périssent en mer, dans une tempête ou de toute autre manière, avant de parvenir en Suède, lui, ses compagnons et leurs héritiers seront libérés du remboursement de ladite somme [1]. »

1. V. Mortet et P. Deschamps, *Recueil de textes relatifs à l'histoire de l'architecture et à la condition des architectes en France au Moyen Age*, XIIe-XIIIe *siècles*, t. II, Paris, 1929, p. 305-6.

Rentré en Picardie, Villard travailla probablement à l'église collégiale de Saint-Quentin, et il transforma son *Carnet de notes* tenu jusqu'à présent pour lui seul, en livre de chantier à l'usage de ses collègues et de ses élèves. Il ajouta des notes explicatives pour éclairer certains croquis.

Le mouvement perpétuel comme solution au problème de l'énergie.

Nous savons qu'après la mort de Villard, deux générations au moins utilisèrent son *album*. Les spécialistes ont identifié sur certains feuillets l'écriture plus tardive de deux commentateurs anonymes de la fin du XIIIe siècle nommés, par commodité, Magister I et Magister II. Mais, les dessins de mécaniques sont tous de la main de Villard et le plus intéressant a trait au problème du mouvement perpétuel. Ce dessin reflète l'intérêt passionné avec lequel les hommes du Moyen Age cherchaient des nouvelles sources d'énergie. Pour accroître la production d'énergie, ils cherchèrent au-delà de l'énergie éolienne, hydraulique, et de l'énergie des marées : « Le monde entier finit par n'être plus à leurs yeux qu'un vaste réservoir de forces naturelles qu'on pouvait capter à volonté et utiliser pour la satisfaction des besoins et des désirs humains. Sans la hardiesse de leur imagination, et même sans la fantaisie de certaines de leurs créations, la puissance énergétique du monde occidental n'aurait jamais pu se développer [1]. »

Peu importe que les mécanismes de l'irréalisable mouvement perpétuel imaginés au XIIIe siècle n'aient jamais pu fonctionner. Ce qui importe, c'est que se soient trouvés au XIIIe siècle des savants et des ingénieurs pour tenter de construire ce mouvement à des fins pratiques. Villard de

3. Lynn White, *Technologie médiévale et Transformations sociales*, p. 137-8.

Honnecourt partage avec d'autres de ses contemporains l'honneur d'avoir travaillé dans cette direction : « Maints jours se sont maîtres disputés pour faire tourner une roue par elle-même. Voici comment on peut le faire par maillets non pairs et par vif argent [1]. »

En 1269, Pierre de Maricourt, un des grands savants de son siècle, soulignait dans son ouvrage sur le magnétisme, l'intérêt passionné des chercheurs pour ce problème : « J'ai vu bien des hommes épuisés dans leur recherche pour l'invention de cette roue [2]. »

Villard, lui, pensait avoir trouvé la bonne solution, mais dans ce domaine il ne fut pas un novateur car la notion de mouvement perpétuel était déjà connue au XIIe siècle, aux Indes où fleurissait une riche tradition de philosophie cyclique. En 1159, un astronome mathématicien indien, Bhaskara, décrivait deux roues animées de mouvement perpétuel. La première roue, faite de bois léger, avait la cavité de ses rayons à moitié remplie de mercure. La jante de la seconde roue était évidée, puis remplie d'eau et de mercure. En fait, c'est par l'intermédiaire des Arabes, qui reprirent cette idée et nous laissèrent un traité décrivant six systèmes de roues, que le monde occidental s'intéressa au mouvement perpétuel; mais à la différence de l'Inde et de l'Islam, l'Occident tentera d'utiliser ce mouvement à des fins utilitaires. L'utilisation de la boussole, déjà assez généralisée au XIIIe siècle, amena Pierre de Maricourt à se demander si l'on ne pourrait pas obtenir, par le magnétisme, un mouvement perpétuel semblable au mouvement de la pesanteur? Il imagina deux systèmes. Le premier est le schéma d'une machine animée d'un mouvement magnétique perpétuel. Voici comment il décrit le second :

1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 73, pl. 8.
2. *Technologie médiévale...*, p. 137.

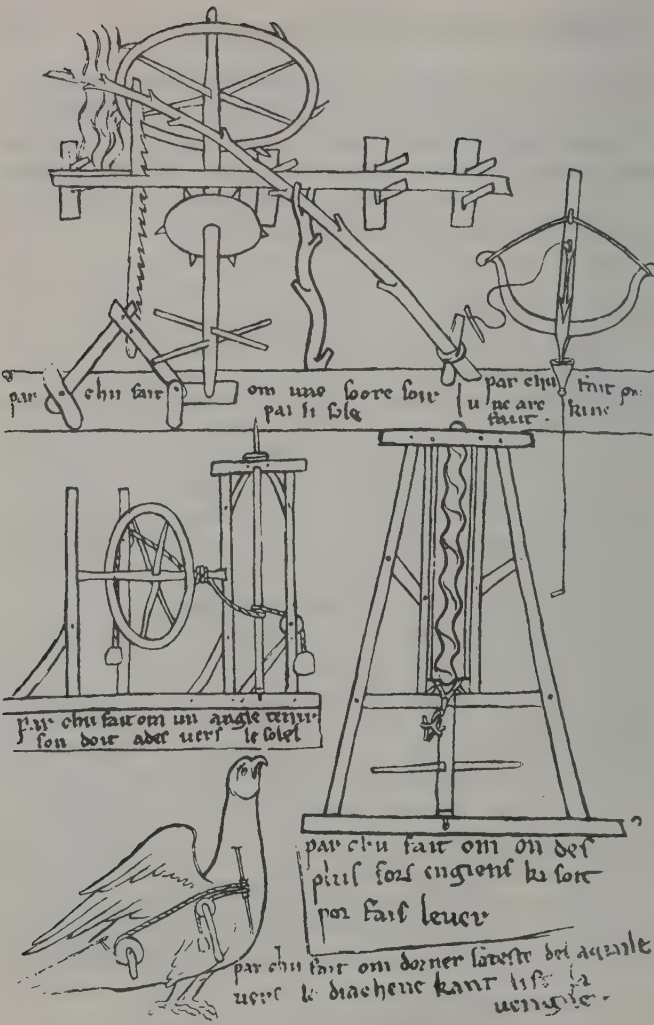
« Un aimant sphérique qui, à condition d'être monté sans friction parallèle à l'axe céleste, tournerait une fois par jour. Correctement inscrit dans une carte des cieux, il servirait de sphère armillaire automatique pour les observations astronomiques et d'horloges, permettant ainsi de se passer de tout autre appareil de mesure du temps [1]. »

Inventions et gadgets.

Auteur de la première représentation connue de la scie hydraulique, Villard nous donne une nouvelle preuve de l'importance que le Moyen Age accordait à l'énergie utilisée à des fins industrielles. Sous un croquis, il note : « Par ce moyen fait-on une scie scier d'elle-même [2]. » Cette scie est aussi la première machine automatique à deux temps : « au mouvement circulaire des roues, créant un mouvement alternatif capable de scier, s'ajoute un amenage automatique du bois à la scie [3] ».

Sous le dessin de cette scie hydraulique se trouverait le plus ancien schéma d'un mouvement d'horlogerie. Ce mécanisme est relié par un axe à la statue d'un ange posée sur le toit d'une grande église. Une telle statue existait à Chartres, avant sa destruction par le feu en 1836. Le mécanisme faisait tourner la statue lentement, en suivant la course du soleil dans le ciel. Villard explique que, « par ce moyen, on peut faire qu'un ange tienne toujours son doigt tourné vers le soleil ». Et ailleurs : « Le dessin représente un cadre supportant un axe vertical et une broche horizontale sur laquelle repose une roue. Une corde lestée d'un poids et enroulée autour d'une poulie passe horizontalement et s'enroule 2 fois autour de l'axe vertical. La

1. *Technologie médiévale...*, p. 137.
2. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 171, pl. 43.
3. *Technologie médiévale...*, p. 128.



Dessins de Villard de Honnecourt.

corde est dirigée vers la broche horizontale et s'y enroule 3 fois avant de passer autour d'une seconde poulie. Un second poids, inférieur au précédent, est suspendu au bout de la corde. La chute du poids le plus lourd déclenche un mouvement qui fait tourner et l'axe vertical et la broche horizontale [1]. »

Avant même la fin du XIIIe siècle, les ingénieurs médiévaux auraient perfectionné le mécanisme de l'échappement et construit l'horloge à poids, destinée à jouer un rôle si important dans l'histoire des techniques du monde occidental. Sur la même planche du *Carnet*, dans le coin situé en bas et à gauche, Villard a représenté un aigle bourré de cordes et de poulies. Le texte dit : « Par ce moyen, on peut faire tourner la tête de l'aigle vers le diacre pendant la lecture de l'évangile [2]. »

Cette mécanique ingénieuse n'est autre qu'un jouet automatique ou, pour employer un mot à la mode, un gadget. Villard qui, semble-t-il, adorait les gadgets, au moins autant que les générations d'Américains nés après la Seconde Guerre mondiale, conçut encore deux mécanismes extrêmement curieux : l'un est un chauffe-mains, l'autre une coupe : « Pour faire un chauffe-mains, faites d'abord une sorte de boule de cuivre, comme une pomme, composée de 2 moitiés qui s'emboîtent l'une dans l'autre. A l'intérieur de cette boule de cuivre, il devra y avoir 6 cercles, également en cuivre, et montés chacun sur 2 pivots. Au centre, se trouvera un petit brasier et encore 2 pivots. Les pivots seront alternés de façon à ce que le brasier reste toujours en position verticale. Les braises ardentes ne pourront jamais s'en échapper si vous suivez attentivement les instructions du dessin. Cet engin est bon pour un évêque. Il peut hardiment assister

1. *The Sketchbook of Villard de Honnecourt*, éd. R. Willis, Londres, 1859, p. 161.
2. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 173, pl. 43.

à la grand-messe; tant qu'il le tiendra dans ses mains, il n'aura pas froid aussi longtemps que le feu pourra durer. Cet engin est fait de telle sorte que, de quelque côté qu'on le tourne, le petit poêle est toujours droit[1]. » Ce mécanisme, décrit par Villard avec tant de précision, a été adopté pour tenir les boussoles marines horizontales et les baromètres verticaux.

L'autre objet est un calice connu sous le nom de coupe de Tantale : un oiseau est posé au sommet d'une petite tour à l'intérieur d'une coupe à vin. L'oiseau semble boire quand on verse le vin dans la coupe. Le mécanisme est expliqué à l'aide du dessin. Mais, le dessin, peu exact, est trompeur, car il montre le bec de l'oiseau bien trop haut par rapport au rebord de la coupe. Cet oiseau mécanique est un jouet déjà connu du monde antique. Il est décrit dans le XIIe problème de *la Pneumatique* d'Héron d'Alexandrie, qui vivait au premier siècle de notre ère. Les textes que nous avons de lui sont des traductions en latin de manuscrits arabes. La copie incorrecte du mécanisme que fit Villard montre qu'il n'eut jamais cette coupe entre les mains. Il se contenta de donner libre cours à son imagination en se servant d'un texte latin.

Villard, comme d'autres architectes de son temps, fut aussi un ingénieur, constructeur de machines de guerre. Dans son *Carnet de notes* il consacra une page aux dessins détaillés d'un puissant trébuchet. Malheureusement, une page manque. Mais, la page restante est entièrement couverte par le dessin de cet engin militaire. La légende explique : « Si vous voulez faire le fort engin qu'on appelle trébuchet, faites ici bien attention. En voici la plate-forme telle qu'elle pose à terre. Voici devant les deux ressorts et la corde détendue avec laquelle on ramène la verge comme

1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 90, pl. 16.

vous pouvez le voir en l'autre page. Il y a un grand poids à ramener, car le contre-poids est très pesant, étant une huche pleine de terre. Elle a deux grandes toises de long, neuf pieds de large et douze pieds de profondeur. Pensez au jet de la flèche et prenez-y garde, car elle doit être posée contre la traverse de devant[1]. »

Villard aurait été aussi un constructeur de ponts et il esquissa un mécanisme très complexe permettant de scier du bois sous l'eau. « Par cet engin recepe-t-on (coupe-t-on) les pilotis dans l'eau pour asseoir une plate-forme sur eux[2]. » Une légende, sans fondements historiques, attribue la construction de certains ponts, en France, à un groupe d'hommes pieux, des religieux peut-être, qui se déplaçaient d'une ville à l'autre, selon les besoins de l'urbanisme local.

Villard et Vitruve.

Certains traités du monde antique étaient connus au Moyen Age. Nous avons conservé 7 manuscrits du Xe siècle du *Traité de l'art militaire* de Végèce, écrivain du IVe siècle, 19 manuscrits du XIIIe siècle et au moins une centaine du XIVe et du XVe nous sont parvenus. Enfin l'œuvre de Vitruve qui constituait une mine d'informations sur la technique romaine et sur l'architecture classique se trouvait facilement dans les monastères et les villes de l'Europe occidentale. Elle fut maintes fois copiée et recopiée, entre autres, au VIIIe siècle par les clercs de Jarrow, en Angleterre. Nous savons qu'au IXe siècle, Eginhard, qui était responsable des bâtiments de l'empereur Charlemagne, en possédait un exemplaire. Les riches monastères de Fulda et de Reichenau détenaient chacun une copie de Vitruve. Au XIe siè-

1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 203, pl. 58.
2. *Ibid.*, p. 175, pl. 44.

cle, un autre manuscrit fut calligraphié par les bénédictins de l'abbaye de Saint-Pierre de Gand. Un siècle plus tard, on recopia 12 fois ce texte fameux. Au XXe siècle, il en reste 55 exemplaires qui s'échelonnent du Xe siècle au XVe siècle.

En 1414, l'humaniste italien Poggio « redécouvrit » un manuscrit de Vitruve parmi les trésors de la bibliothèque du monastère de Saint-Gall. A cette époque, on croyait généralement que le Moyen Age n'avait pas connu l'existence de l'architecte romain. Les intellectuels de la Renaissance ne firent rien pour dissiper cette erreur. Les médiévistes eurent du mal, ils en ont encore aujourd'hui, à corriger l'erreur des humanistes du XVe siècle et du XVIe siècle.

Le *Carnet de notes* de Villard, ainsi que d'autres documents postérieurs ou contemporains, prouvent, au contraire, à quel point la civilisation romaine était appréciée des hommes du Moyen Age. Les dessins de Villard sont nombreux à s'inspirer de statues et de monuments antiques. Par exemple, deux têtes barbues et couronnées de feuillage, des personnages vêtus de chlamyde, portant le bonnet phrygien, et un nu énigmatique qui brandit un vase de fleurs. Ce dernier dessin est ombré de teintes bistre. Tous sont clairement d'inspiration classique. Un croquis représentant un monument antique occupe tout un feuillet. Il porte la légende suivante : « J'ai vu autrefois le tombeau d'un musulman. Voici comment il était [1]. »

Le *Traité d'architecture* de Vitruve eut une influence certaine sur les sujets étudiés par Villard. Vitruve, comme les autres architectes du monde antique, était un homme des Arts mécaniques, c'est-à-dire qu'il n'avait reçu aucune formation académique, formation qui n'était accessible qu'aux seuls riches. Ressentant vivement l'infériorité de la condi-

1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 77, pl. 10.

tion sociale des architectes, il chercha à obtenir pour lui et ses collègues la considération et le respect dont aurait dû jouir leur travail d'architecte. Vitruve voulait que leur culture soit encyclopédique : « Qu'ils soient instruits, capables de manier le crayon, compétents en géométrie et en histoire, intéressés par les théories philosophiques, la musique et quelque peu la médecine. Qu'ils aient aussi des connaissances juridiques et des notions d'astronomie et d'astrologie [1]. »

Vitruve lui-même n'atteignit jamais cet idéal. Son latin n'était pas des meilleurs. Pourtant, grâce à l'étendue de ses connaissances, mais aussi à ses ambitions intellectuelles, nous connaissons de nombreux aspects de la technologie hellénistique et romaine. Voici quelques-uns des sous-titres de son *Traité* : Engins — Appareils de levage — Machines à élever le niveau de l'eau — Roues hydrauliques et moulins à eau — Vis hydraulique— La Pompe de Ctesibius — Les orgues hydrauliques — L'odomètre — Les machines de guerre.

Préoccupé de médecine, comme Vitruve, Villard rédigea également des recettes et des conseils médicaux. Il recommande de cicatriser les blessures à l'aide de graines de chanvre ou chènevis : « Retenez ce que je vous dirai. Prenez des feuilles de chou rouge et de la sanemonde (c'est une herbe qu'on appelle chanvre bâtard). Prenez une herbe qu'on appelle tanésie et du chènevis (c'est la semence du chanvre). Écrasez ces quatre herbes, de sorte qu'il n'y en ait pas plus de l'une que de l'autre. Ensuite vous prendrez de la garance deux fois autant de l'une que de l'autre et l'écraserez. Puis, vous mettrez ces cinq herbes en un pot et les ferez infuser dans du vin blanc, le meilleur que vous puissiez avoir, avec cette précaution que la potion ne soit point trop

1. *Vitruve*, I, 1.

épaisse et qu'on la puisse boire. N'en buvez pas trop : dans une coquille d'œuf vous en aurez assez, pourvu qu'elle soit pleine. Quelque plaie que vous ayez, vous en guérirez. Essuyez vos plaies d'un peu d'étoupe, mettez dessus une feuille de chou rouge et buvez de la potion matin et soir, deux fois le jour. Elle vaut mieux infusée dans du moût doux que dans d'autre vin, pourvu qu'il soit bon. Le moût fermentera avec les herbes. Si vous faites infuser dans du vin vieux, laissez deux jours avant que d'en boire [1]. »

Le chapitre I du Livre III de Vitruve traitait de la symétrie et de l'art des proportions à l'époque classique, et ceci conduisit sans doute Villard à surimposer des figures géométriques à ses croquis d'hommes ou d'animaux. Ces dessins-là sont souvent reproduits par les éditeurs modernes et certains historiens d'art ont voulu voir en Villard de Honnecourt le précurseur des cubistes, qu'il n'est pas.

La géométrie au service de l'architecte.

Maintes pages de l'*album* sont consacrées à des exercices de géométrie. Sur une page, un dessin représente une tête d'homme cernée par un réseau quadrillé. La tête est divisée en 3 parties égales qui correspondent exactement aux proportions données par Vitruve : « La longueur de la face est déterminée de la façon suivante : un tiers est la distance du dessous du menton au-dessous des narines. Le second tiers, de même dimension, va du dessous du nez à une ligne passant entre les deux sourcils. Le troisième tiers va des sourcils à la racine des cheveux et comprend le front [2]. » Sur la même page, Villard a exécuté les croquis suivants : un mur, une tour crénelée, la tête d'un cheval, quatre têtes

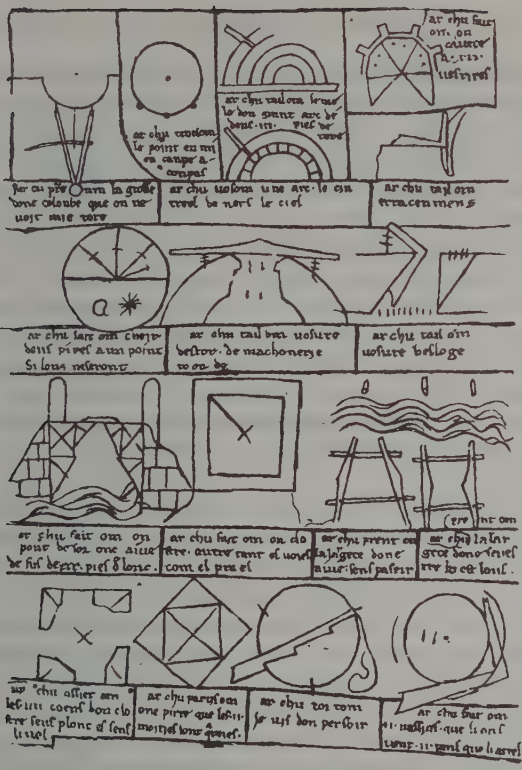
1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 220, pl. 64.
2. *Vitruve*, III, 1.

Dessins de Villard de Honnecourt.

humaines, un lévrier, une main gauche ouverte, un mouton, un aigle aux ailes déployées, deux autruches enlacées. Villard fait usage des figures géométriques de deux façons. Dans certains cas, il surimpose, ainsi qu'il a surimposé un carré, un rectangle, un triangle sur le dessin d'une tête d'homme et d'une tête de cheval ou un pentagone sur une tête de vieillard, reproduite ailleurs encadrée d'un triangle. Villard voulait prouver que l'on peut utiliser la même figure géométrique pour quadriller deux têtes différentes — et pour deux têtes presque semblables, deux figures géométriques absolument différentes. On a longtemps supposé que cette méthode offrait à l'apprenti dessinateur une solution au problème des proportions et de la perspective. Les historiens ont récemment montré que le quadrillage géométrique était surtout utilisé au Moyen Age « pour faciliter la projection, en perspective, dans la pierre à sculpter, sur le mur à décorer ou sur la planche à dessin du verrier, d'un petit croquis de travail exécuté, à plat, sur du parchemin [1] ». Dans d'autres cas, Villard utilisa les figures et les tracés géométriques pour reproduire aisément un dessin à une échelle donnée. Voici son commentaire : « Ici, commence la méthode du trait pour dessiner la figure, ainsi que l'art de la géométrie l'enseigne pour facilement travailler [2]. »

Commentant les dessins représentant quatre maçons dont les corps forment une croix, trois poissons à une seule tête casquée, une figure montrant quatre hommes en élévation isométrique, la tête d'un sanglier, Villard écrit : « Sur ces quatre feuillets sont des figures de l'art de la géométrie; mais, il doit faire attention à les connaître celui qui veut savoir à quoi chacune peut servir [3]. »

1. Paul Frankl, *The Gothic. Literary Sources of Interpretations throught Eight Centuries*, Princeton, New Jersey, 1960, p. 44.
2. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 139, pl. 35.
3. *Ibid.*, p. 143, pl. 37.



Villard avait prévu les difficultés que poserait l'interprétation correcte de ses tracés. Par deux fois, sur les quatre feuillets consacrés aux diagrammes et aux quadrillages, il utilise le mot géométrie. Il reprend ce mot sur un autre feuillet : « Toutes ces figures sont des tracés de géométrie [1]. » Ce feuillet et les deux suivants sont consacrés à des schémas géométriques destinés à être utilisés sur les chantiers par les tailleurs de pierre, les arpenteurs et les charpentier.

1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 153, pl. 38.

Dans la rangée du haut, on lit de gauche à droite : « Comment calculer le diamètre d'une colonne que l'on ne voit pas entièrement — Ainsi trouve-t-on le point au milieu d'un champ décrit au compas — Par ce moyen taille-t-on le modèle d'un grand arc dans trois pieds de terre. » Dans la troisième rangée : « Par ce moyen fait-on un pont de bois sur une eau de vingt pieds de long — Par ce moyen trace-t-on un cloître avec ses galeries et son préau — Par ce moyen prend-on la largeur d'une eau sans la passer — Par ce moyen prend-on la largeur d'une fenêtre qui est éloignée. » Dans la quatrième rangée, en lisant toujours de gauche à droite : « Par ce moyen assoit-on les quatre coins d'un cloître sans plomb et sans ligne — Par ce moyen divise-t-on une pierre de telle façon que ses deux moitiés soient carrées [1]. »

Deux dessins de ce feuillet présentent un intérêt particulier : ce sont les deux quadrillages de la 3e et de la 4e rangée. Ils nous font connaître la méthode employée à l'époque pour construire une élévation à partir d'un plan, en se servant de carrés de plus en plus petits emboîtés les uns dans les autres. Cette méthode constitue peut-être l'un des secrets de métier des maçons et tailleurs de pierres médiévaux.

En 1459, les maîtres-maçons de Strasbourg, Vienne et Salzbourg, réunis à Ratisbonne pour rédiger les statuts professionnels de leurs loges, décidèrent que : « Nul ouvrier, nul maître, nul ' parlier [2] ', nul journalier n'enseignera à quiconque n'est pas de notre métier et n'a jamais fait travail de maçon, comment tirer l'élévation du plan [3]. »

En 1486, l'architecte allemand Mathias Roriczer, dans son ouvrage *le Livre de la construction exacte des pinacles*

1. *Album de Villard de Honnecourt*, p. 145-52, pl. 38.
2. Le « parlier » — forme germanisée de « parleur » est en quelque sorte un contremaître chargé de « parler » aux compagnons en tant que représentant et interprète de l'architecte sur les grands chantiers.
3. Gimpel, *Les Bâtisseurs de cathédrales*, p. 123.

expliqua ouvertement cette méthode, à l'aide de dessins qui rappellent ceux que Villard avait exécutés 250 ans plus tôt, sans les considérer comme un secret. Le principe de la duplication des carrés se trouve déjà dans le *Traité* de Vitruve. Villard ainsi que Magister II connaissaient certainement ce principe. Vitruve nous dit l'avoir lui-même découvert dans un dialogue de Platon : le *Menon*. « Platon, de cette manière, démontra la duplication, au moyen de lignes dessinées [1]. »

Si le *Carnet* de Villard de Honnecourt nous fait penser aux *Carnets* de Léonard de Vinci, ce n'est pas par hasard et le rapprochement n'est pas fortuit. Séparés l'un de l'autre par deux siècles et demi, Villard, homme du Moyen Age, et Vinci, homme de la Renaissance, avaient reçu à peu près la même formation et la même culture : celle des Arts mécaniques. En rédigeant des notes de travail, résultats de leurs recherches personnelles, ils se conformaient tous deux aux coutumes de leur temps. On connaît l'existence de plus de 150 manuscrits techniques datant de la fin du XIVe au début du XVIe siècles. Vinci utilisa les traités de ses devanciers et de ses contemporains, mais il ignora vraisemblablement Villard et son œuvre. On a prouvé, récemment, que de nombreuses inventions attribuées à Vinci existaient déjà dans les écrits d'ingénieurs tels que Konrad Kyeser né en 1366, Robert Valturio né en 1413, et Francesco di Giorgio né en 1439, que Vinci connaissait tous. Il annota de sa main un texte de Giorgio. Comme Villard, il avait lu Vitruve dont les ouvrages figuraient parmi les volumes de sa bibliothèque.

Si Villard semble avoir vécu en plein accord avec les coutumes de son milieu social et les statuts de sa profession, Vinci réagit violemment contre le manque de considération

1. *Vitruve*, I, Introduction.

avec lequel les humanistes traitèrent le technicien qu'il était. On a beaucoup écrit sur tous les aspects de son œuvre et Freud a étudié certains de ses tableaux sous l'angle de la psychanalyse. Mais on n'a pas suffisamment insisté sur le caractère traumatisant de sa frustration. Les intellectuels de son temps ne virent en lui qu'un ingénieur, sans éducation littéraire, ce dont il souffrit sa vie entière. Dans une certaine mesure, la culture classique antique lui fut inaccessible; il ne pouvait pas assister à une discussion entre humanistes, car elle se déroulait en latin. Le nom de Vinci ne figure jamais à côté de ceux de Ficin, Landino, Politien, ou Pic de la Mirandole, qui tous fréquentaient le cercle néoplatonicien de Laurent le Magnifique. Maintes et maintes fois dans ses écrits, Vinci exprime son mépris pour les littéraires : « Parce que je ne suis pas lettré, certains présomptueux prétendent avoir lieu de me blâmer, en alléguant que je ne suis pas un humaniste. Stupide engeance... Ils diront que, faute d'avoir des lettres, je ne peux bien dire ce que je veux exprimer [1]... Ils vont gonflés et pompeux, vêtus et parés non de leurs travaux, mais de ceux d'autrui, et ils me contestent les miens, moi inventeur, et si supérieur à eux, trompetteurs et déclamateurs, récitateurs des œuvres d'autrui et autrement méprisables [2]. » Vinci s'indignait du dédain des intellectuels pour le technicien, le travailleur manuel. A l'époque de la Renaissance, l'incompatibilité entre scientifiques et littéraires, était aussi réelle que de nos jours.

C. P. Snow, à la fois homme de science et homme de lettres déplore cette dualité : « J'avais, en effet, perpétuellement le sentiment d'osciller entre deux groupes humains — d'intelligence comparable, de race identique, d'origine sociale

1. Léonard de Vinci, *Traité de la peinture*, éd. Péladan, Paris, 1919, p. 8 (Codex Atlanticus, 119 v.).
2. *Ibid.*, p. 8 (C.A., 117 v.).

relativement voisine, jouissant à peu près du même revenu — entre lesquels toute communication était pratiquement coupée et qui, sur le plan intellectuel, moral et psychologique, avaient si peu de points communs que l'on avait l'impression, en se rendant de Burlington House ou de South Kensington à Chelsea, de franchir un océan. Un océan est, à vrai dire, bien peu de choses en regard de la distance qui les sépare. Il suffit en effet de traverser l'Atlantique pour s'apercevoir que Greenwich Village parle exactement le même langage que Chelsea, l'un et l'autre ayant à peu près autant de rapports avec l'Institut de technologie du Massachussetts que si les scientifiques s'exprimaient uniquement en tibétain [1]. »

Le monde antique ne chercha jamais réellement à créer un type d'homme capable d'harmoniser ces deux cultures. Vitruve avait tenté une synthèse, mais son effort isolé était voué à l'échec. La chrétienté médiévale échoua également : un contemporain de Villard, Pierre de Maricourt fit une tentative intéressante, mais infructueuse. A l'époque de la Renaissance, Vinci ne réussit pas à appartenir aux deux cultures. Au XVIIIe siècle, la révolution industrielle ne fit que souligner cette dualité. Dans le monde occidental contemporain, l'hostilité croissante à l'égard de la technologie et de la science, est la preuve de l'incapacité de l'Occident à résoudre ce problème majeur. L'Union soviétique a complètement échoué dans ce domaine. La Chine de Mao serait-elle notre dernière chance? Les dirigeants chinois espèrent créer un type d'homme nouveau, en obligeant les étudiants à aller travailler, en stage, dans les fermes ou dans l'industrie. Mais que vaut cette expérience concrètement et sera-t-elle poursuivie assez longtemps?

1. C. P. Snow, *Les Deux Cultures*, Jean-Jacques Pauvert, Paris, 1968, p. 13.

Contemporain de Villard de Honnecourt, Roger Bacon, formé à la discipline des arts libéraux, tenta lui aussi de concilier les deux cultures. Il conçut un vaste plan de réforme de la chrétienté, fondé sur la prééminence des sciences expérimentales, des mathématiques et des langues. Mais, ses idées trop révolutionnaires déplurent aux autorités qui l'auraient fait enfermer vers 1277. Les écrits de Bacon prouvent que ce réformateur avait eu connaissance de manuscrits grecs, latins et arabes traitant de mécanique et de sciences pratiques. Un passage de son œuvre évoque prophétiquement la lettre que Léonard de Vinci adressera au duc de Milan pour lui offrir ses services : « On peut réaliser pour la navigation des machines sans rameurs, si bien que les plus grands navires sur les rivières ou sur les mers seront mus par un seul homme... on peut également construire des voitures telles que, sans animaux, elles se déplaceront avec une rapidité incroyable. On peut aussi construire des machines volantes de sorte qu'un homme assis au milieu de la machine fait tourner un moteur actionnant des ailes artificielles qui battent l'air comme un oiseau en vol. Également une machine de petite dimension, pour élever et abaisser des poids énormes, d'une utilité sans égale en cas d'urgence... on peut aussi fabriquer des machines pour marcher dans la mer et les cours d'eau, même jusqu'au fond sans danger... [1] »

Les enlumineurs de manuscrits rendirent aux architectes médiévaux un hommage approprié en représentant Dieu le père comme un architecte-ingénieur, mesurant l'univers avec un compas géant. Comme si de nos jours, un film documentaire sur le Tout-Puissant montrait Dieu occupé à programmer un ordinateur.

1. Cité dans B. Gille, *Les Ingénieurs de la Renaissance*, Hermann, Paris, 1964, p. 20.

7

La révolution silencieuse : l'horloge mécanique

La société médiévale s'enthousiasma pour la mécanisation et la recherche technique, car elle croyait fermement au progrès, un concept que le monde antique ignora. En général, les hommes du Moyen Age refusèrent de respecter les traditions qui auraient pu freiner leur élan créateur, et Gilbert de Tournai écrivait : « Jamais nous ne trouverons la vérité si nous nous contentons de ce qui est déjà trouvé... Ceux qui écrivent avant nous ne sont pas des seigneurs, mais des guides. La vérité est ouverte à tous, elle n'a pas encore été possédée tout entière[1]. » Et, Bernard, maître de l'école épiscopale de Chartres, de 1114 à 1119, ajoutait : « Nous sommes des nains juchés sur des épaules de géants. Nous voyons ainsi davantage et plus loin qu'eux, non parce que notre vue est plus aiguë ou notre taille plus haute, mais parce qu'ils nous portent en l'air et nous élèvent de toute leur hauteur gigantesque[2]. »

L'attitude d'un Gilbert de Tournai et d'un Bernard de Chartres amena les hommes de cette époque à envisager les inventions comme une chose normale et à accepter l'idée qu'il y aurait toujours dans l'avenir de nouvelles inventions. L'ambition des inventeurs était sans limite, leur imagination

1. Gimpel, *Les Bâtisseurs de cathédrales*, p. 163.
2. J. Le Goff, *Les Intellectuels au Moyen Age*, éd. du Seuil, Paris, 1957, p. 17.

sans borne et pourtant, de toutes les machines extravagantes qu'ils ont conçues et parfois réalisées, l'une symbolise leur « recherche » scientifique : l'horloge.

Si la théorie de Lewis Mumford sur l'origine bénédictine des horloges mécaniques est aujourd'hui controversée, les vues de cet auteur sur le rôle de la mesure du temps dans le développement de la civilisation sont toujours très valables : « La machine-clé de l'âge industriel moderne ce n'est pas la machine à vapeur, c'est l'horloge. Dans chaque phase de son développement, l'horloge est le fait saillant et le symbole de la machine. Aujourd'hui encore, aucune autre machine n'est aussi omniprésente. Ainsi, au début de la technique moderne, apparut prophétiquement la première machine automatique précise qui, après quelques siècles d'efforts, allait mettre à l'épreuve la valeur de cette technique dans chaque branche de l'activité industrielle... Permettant la détermination de quantités exactes d'énergie (donc la standardisation), l'action automatique et finalement son propre produit : un temps exact, l'horloge a été la première machine de la technique moderne. A toutes les époques, elle a conservé la prééminence. Elle possède une perfection à laquelle les autres machines aspirent [1]. »

Un secret jalousement gardé : l'horloge de Su Song.

A l'époque, l'horloge la plus perfectionnée fut sans doute celle que Su Song construisit en Chine au XIe siècle. Pourtant — et malgré sa curieuse similitude avec celle que Giovanni di Dondi construira au XIVe siècle — l'Occident médiéval ignorait son existence qui, du reste, nous est connue depuis peu.

1. L. Mumford, *Technique et Civilisation*, éd. du Seuil, Paris, 1950, p. 23-24.

Si le monde occidental est resté dans l'ignorance d'une découverte de cette ampleur, c'est qu'en Chine les astronomes officiels gardaient jalousement le fruit de leurs recherches considérées comme de quasi-secrets d'État : « Dans la Chine antique et médiévale, la promulgation du calendrier par l'empereur était une prérogative équivalente à la frappe des pièces de monnaie dans les pays occidentaux. C'était, depuis des temps immémoriaux, l'un des devoirs importants du monarque régnant sur les vastes territoires agricoles ' des peuples aux cheveux noirs '. Accepter le calendrier, c'était reconnaître l'autorité impériale. En raison donc de l'étroite association du pouvoir central avec le calendrier, la bureaucratie impériale voyait d'un mauvais œil tout individu suspect de s'intéresser aux étoiles, soit pour les étudier et les décrire, soit pour obtenir par des calculs savants, des informations utiles à des rebelles décidés à mettre une nouvelle dynastie au pouvoir [1]. »

Le monopole impérial des pendules astronomiques, en limitant le nombre des spécialistes, retarda les progrès de l'horlogerie. En 1126, la dynastie des Sung, chassée de Pékin par les Tartares Chin, s'enfuit au sud du pays sans pouvoir emporter l'horloge merveilleuse, et faute de techniciens, ne put pas en reconstruire une seconde. Le fils de Su Song fut convoqué, mais il ne put rien faire.

A Pékin, les Chin conservèrent et les spécialistes et l'usage de la pendule. Mais, quand la dynastie fut remplacée, en 1279, par celle des Yuan, qui à son tour fut renversée par les Ming en 1368, l'horloge ne fut pas entretenue. Détruite ou abîmée, elle disparut. Ainsi, dans un laps de temps très court, les fruits des recherches et travaux techniques de plus de mille ans, furent pratiquement annulés dans cette

1. J. Needham, W. Ling, D. J. de Solla Price, *Heavenly Clockwork*, Cambridge U.P., 1960, p. 6, nº 3.

partie du monde. En 1600, quand le savant jésuite Matteo Ricci fut invité à la cour de Pékin pour montrer les horloges européennes récentes qu'il avait apportées, « il trouva peu de raison de croire que la Chine ait jamais connu les horloges mécaniques... et... il ne s'est trouvé personne pour expliquer aux missionnaires jésuites les mathématiques chinoises, l'astronomie ou d'autres sciences [1] ».

L'horloge astronomique en Occident.

Étrange coïncidence : la plus fameuse horloge astronomique chinoise disparaît quatre ans après la création de la plus importante horloge astronomique de l'Europe occidentale, celle de Giovanni di Dondi qui comporte un échappement mécanique à verge à palettes, foliot et roue de rencontre actionnées par des poids. Ce système remplace celui des horloges à eau utilisées jusqu'alors. Les ingénieurs médiévaux qui pourtant avaient su utiliser l'énergie hydraulique à des fins aussi nombreuses que variées, réalisèrent rapidement ses limitations dans la construction des horloges. En Europe du Nord, en hiver, l'eau gèle et les pendules s'arrêtent. Les recherches pour trouver une solution mécanique remontent à la seconde partie du XIIIe siècle.

En 1271, Robert l'Anglais écrivait : « Les fabricants d'horloges essaient de faire une roue qui exécutera une rotation complète pour chaque cercle équinoxial, mais ils n'arrivent pas à trouver la solution correcte. [2] » Un manuscrit rédigé quelques années plus tard à la cour d'Alphonse X de Castille renferme le dessin d'une horloge dont le mouvement est produit par la chute d'un poids. Le mouvement est régularisé par l'écoulement de mercure contenu dans un

1. *Heavenly Clockwork*, p. 141.
2. H. A. Lloyd, *Some Outstanding Clocks over Seven Hundred Years 1250-1950*, Leonard Hill, London, 1958, p. 5.

tambour cloisonné, tournant autour d'un axe horizontal. Cette technique, déjà utilisée, a été empruntée au mathématicien et astronome Bhaskara qui, en 1150, avait fabriqué un mouvement perpétuel à roues, connu en Europe d'après des textes arabes.

Le texte de Giovanni di Dondi suggère que les pendules à poids et à échappement mécanique étaient déjà familières au milieu du XIVe siècle et que leurs mécanismes existaient depuis plusieurs dizaines d'années. Faute de preuves nouvelles, les spécialistes considèrent le début du XIVe siècle comme date probable des premières horloges mécaniques. Un spécialiste anglais, Alan Lloyd qui a reconstruit dans les années 1960, un modèle exact de la pendule de Dondi [1] pense que la pendule mécanique fut inventée entre 1277 et 1300. Le texte de Robert l'Anglais semble accréditer cette date. Il se peut que Barthélemy l'Horologiste ait construit une horloge mécanique à la cathédrale Saint-Paul de Londres vers 1286, et qu'il y ait eu, à Canterbury, une horloge semblable en 1292. A Paris, la première horloge publique est construite en 1300 par Pierre Pipelart et nous savons qu'elle a coûté 6 livres tournois.

Au chant X du Paradis de *la Divine Comédie;* écrite avant 1321, Dante fait entrer l'horloge mécanique dans la littérature. Au chant intitulé « Chant du quatrième ciel », il mentionne poétiquement une horloge, ses rouages et même sa sonnerie : « Comme une horloge alors qui nous appelle à l'heure où l'épouse de Dieu se lève pour chanter les matines en l'honneur de son époux, afin d'obtenir son amour, et dont un rouage tire et pousse l'autre, en sonnant tin-tin d'une note si douce que l'esprit bien disposé se gonfle d'amour [2]. »

1. Ce modèle, qui fonctionne, appartient au Smithsonian Institute de Washington. Le Science Museum de Londres en a acquis un second.
2. Dante, Le Paradis, X, v. 139-144.

Un homme seul : Wallingford.

C'est sur la miniature d'un manuscrit anglais du XIVe siècle qu'une pendule astronomique est représentée graphiquement pour la première fois. Sur cette miniature, l'inventeur Richard Wallingford, abbé de Saint-Albans (qui semble affligé d'une vilaine maladie de peau), montre sa pendule d'un doigt tendu. Richard Wallingford, dont nous avons déjà parlé, était un homme remarquable, mais d'un caractère difficile (c'est lui qui fit saisir, en 1331, les meules de moulins pour paver la cour du monastère et humilier les habitants de Saint-Albans). Il avait dû acquérir à la forge paternelle des notions de ferronnerie et de mécanique. Orphelin à 10 ans, il fut recueilli par le prieur qui l'envoya étudier à Oxford, puis il entra au monastère de Saint-Albans dont il devint abbé en 1326. En dehors de son horloge coûteuse et compliquée, Wallingford conçut de nouvelles méthodes de trigonométrie qui lui valurent le titre de « père de la trigonométrie anglaise ». Il inventa aussi deux instruments astronomiques, l'Albion et le Rectangulus. L'Albion, semblable à l'équatoire planétaire, servait à déterminer la position des planètes. Ce fut pour les hommes du Moyen Age l'un des instruments de calcul astronomique le plus important. Quant au Rectangulus, de nombreux traités et fragments de textes parvenus jusqu'à nous en donnent la description : « Le Rectangulus était un instrument formé par un groupe de quatre règles en cuivre articulées au sommet d'un axe vertical à l'aide d'une rotule orientable. La règle inférieure (I) porte une échelle numérique gravée. La règle supérieure (IV) porte des mires. Un fil à plomb y est accroché. Il descend jusqu'à l'échelle numérique de la règle inférieure. Les règles II et III sont mobiles et peuvent être ajustées de façon à former un angle donné avec la règle

inférieure (I) qui doit demeurer à l'horizontale [1]. »

Les explications laissées par Wallingford sont précises au point de permettre la reconstruction d'un Rectangulus tel qu'il était il y a six cents ans. Son traité est divisé en deux sections : la construction et l'emploi de l'instrument. Certains dessins sont de vrais croquis d'ingénieur. L'un de ceux-ci montre « une règle graduée basée sur la division par six, au lieu de la division par cinq [2] ».

La passion de Wallingford pour la recherche et les inventions lui valut l'hostilité de ses propres moines et même une réprimande du roi Édouard III. Le chroniqueur de Saint-Albans, Thomas Walsingham, a décrit avec pittoresque l'opposition rencontrée par Wallingford dès qu'il voulut construire son horloge. Ses projets, comme ceux des inventeurs de tous les temps, furent déclarés extravagants, inutiles et coûteux. « Richard exécuta dans l'église une œuvre magnifique, une horloge qui demanda beaucoup d'argent et beaucoup de travail. La malveillance de ses frères moines, qui considéraient cette pendule comme le comble de la folie, ne lui fit pas abandonner la tâche. Il avait cependant l'excuse d'avoir décidé de construire l'horloge à peu de frais, car l'église nécessitait des réparations évidentes et admises par tout le monde. En l'absence de Richard, les frères s'en mêlèrent, les ouvriers devinrent exigeants et le travail démarra avec un budget important. Mais il aurait semblé étrange que l'on n'achevât pas ce qui avait été commencé. Quand le très illustre roi Édouard III vint à Saint-Albans et visita l'abbaye pour y prier, il remarqua les travaux somptueux de l'horloge, alors que la reconstruction de l'église endommagée au temps de l'abbé Hugo n'avançait pas. Le Roi

1. R. T. Gunter, *Early Science in Oxford*, t. II, Oxford, 1923, p. 32.
2. *Early Science in Oxford*, p. 32.

reprocha discrètement à Wallingford de négliger les réparations et de dépenser tant d'argent à la construction d'une machine aussi inutile qu'une horloge. Richard répondit très respectueusement qu'on trouverait après lui assez d'abbés et assez d'ouvriers pour reconstruire les bâtiments du monastère, mais qu'après sa mort, aucun successeur ne pourrait terminer ce travail-là. Il disait vrai car, dans cet art, il n'est rien demeuré de semblable et personne n'a rien inventé du même genre durant sa vie [1]. »

John Leland, visitant l'abbaye vers 1540 admira l'horloge qu'il croit sans égale dans toute l'Europe : « On peut y voir la course du soleil et de la lune, des étoiles fixes, et même les mouvements de la marée. » Il parle aussi du traité de Wallingford décrivant « cet admirable mécanisme [2] ». Ce traité resta inconnu jusqu'en 1965, date à laquelle le Dr J. D. North attira l'attention des médiévistes sur un manuscrit de la Bibliothèque d'Oxford, qui semblait être le fameux traité. « Le texte comprend quatre ou cinq illustrations. Trois d'entre elles montrent des trains d'engrenages ou des essais de transmissions mécaniques. Une autre montre la coupe transversale d'un cadran, des index et le globe lunaire d'une horloge astronomique complexe. Le texte explique les rouages du mouvement des corps célestes, les calculs de ces mouvements à l'aide de tables qui sont fournies, et le nombre de dents d'une roue d'engrenage. Le texte explique aussi comment faire fonctionner la sonnerie d'une horloge [3]. »

Malgré la perfection de l'horloge de Wallingford, celle de Giovanni di Dondi connut une plus grande renommée.

1. Cité dans S. Bedini et F. Maddison, « Mechanical Universe. The Astrarium of Giovanni de Dondi », *Transactions of the American Philosophical Society*, t. 56, oct., 1966, p. 6-7.
2. *Ibid.*, p. 7.
3. *Ibid.*, p. 8.

Une vocation familiale : les Dondi.

Le père de Giovanni, Jacopo di Dondi, né comme Richard Wallingford vers 1293, enseigna la médecine et fut inventeur d'une horloge qui fut montée par un technicien padouan, Antonio, sur la tour du palais Capitano à Padoue. Il mit également au point une méthode permettant d'extraire le sel de sources chaudes qui se trouvent près de Padoue. Le sel obtenu parut suspect et Jacopo fut obligé de rédiger « un court traité de quatre chapitres pour se défendre contre ses détracteurs et ses rivaux jaloux de l'invention [1] ». Le traité devait être convaincant car le 20 août 1355, Jacopo di Dondi obtint du prince de Carrare le monopole exclusif de l'extraction du sel et de sa vente détaxée.

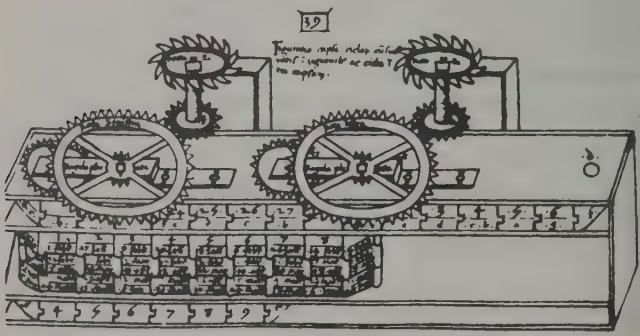
L'intérêt que Jacopo portait aux astres l'amena à corriger les tables astronomiques en usage. En 1424, Prosdocimo de Baldomandi constate que « les tables de mouvements planétaires que Jacopo di Dondi de Padoue a tirées des Tables alphonsines sont plus simples et plus commodes à utiliser et qu'elles sont aussi bien, sinon mieux, vérifiées et corrigées que les Tables alphonsines elles-mêmes [2] ».

Jacopo était veuf. Il vécut à Padoue, dans la maison de son fils Giovanni, de 1348 jusqu'à sa mort en 1359. Il est vraisemblable que père et fils ont travaillé ensemble aux plans de l'horloge astronomique, quoique le traité de Giovanni ne mentionne nulle part le rôle de son père. Ce long traité de plus de 130 000 mots explique en détails, pourquoi il fit l'horloge, comment elle est construite, comment disposer les cadrans et comment les déchiffrer, comment l'entretenir en état de marche et comment la corriger.

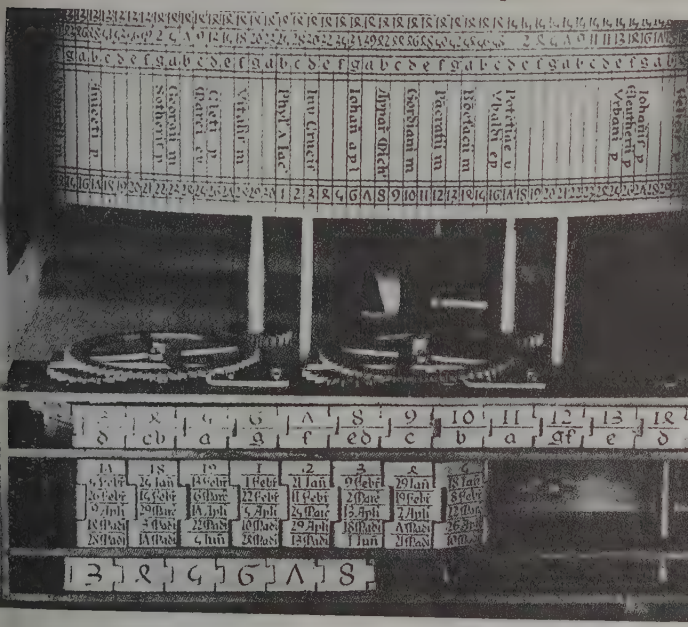
1. Lynn Thorndike, *A History of Magic and Experimental Science*, t. III, Columbia U.P., 1934, p. 392.
2. « Mechanical Universe, ... », p. 19.

Les explications de Dondi sont très précises. Il spécifie l'épaisseur des plaques de métal, la longueur des clous et l'emplacement des trous. Alors que presque toutes les horloges de l'époque étaient en fer forgé, celle-ci est en cuivre et en bronze. Les modèles qui se trouvent actuellement au Smithsonian Institute et au Science Museum sont des reproductions exactes du chef-d'œuvre de Dondi. Si exactes que malgré l'éloignement dans un passé de plus de six siècles, l'habileté et l'intelligence de l'Italien du XIVe siècle nous apparaissent presque aussi richement complexes que les rouages d'une machine à calculer contemporaine.

Dondi dessina en premier le cadre heptagonal de l'horloge. Dans sa partie supérieure étaient installés les cadrans du soleil, de la lune et des cinq planètes connues au XIVe siècle : Vénus, Mercure, Saturne, Jupiter et Mars. Dans la partie inférieure se trouvait un cadran divisé en 24 heures, un calendrier indiquant les fêtes fixes et les fêtes mobiles de l'Église et les lignes des nœuds. Ensuite, Dondi dessina le mouvement horaire de l'horloge. C'est le plus ancien dessin connu d'un mouvement d'horlogerie automatique. Malheureuse-



Dessin de Dondi. Mécanisme du calendrier des fêtes mobiles.



Modèle de l'horloge de Dondi. Calendriers des fêtes fixes et des fêtes mobiles. Smithsonian Institute.

ment, Dondi n'en donne que peu d'indications explicites. « Si l'étudiant qui lit mon manuscrit ne comprend pas tout seul mon horloge, il perd son temps en continuant à étudier mon texte [1]. »

Cette omission regrettable nous prive de deux dessins du XIVe siècle qui auraient pu nous éclairer sur l'origine de deux inventions capitales : le poids moteur et l'échappement mécanique.

1. *Some Outstanding Clocks...*, p. 141.

Les dessous d'une merveilleuse machine.

Toutefois il détaille les trains d'engrenage : « Rotation du cercle horaire en 24 heures. 144 dents, pignon de 12 porteur d'une roue à 20 dents s'engrenant dans une roue à 24 dents sur un tambour. Le tambour tourne donc 10 fois en 24 heures; grande roue de 120 dents en prise avec un pignon de 12 porteur d'une seconde roue de 80 dents qui tourne donc 100 fois en un jour. La seconde roue s'engrène dans un pignon de 10 porteur d'une roue d'échappement à 27 dents qui fait donc 800 tours par jour, chaque tour provoquant 54 oscillations du balancier, soit 43 000 oscillations par jour, donc un battement toutes les 2 secondes. Ce battement est le battement standard [1]. » La pendule de Dondi a un balancier circulaire au lieu d'un foliot à régule.

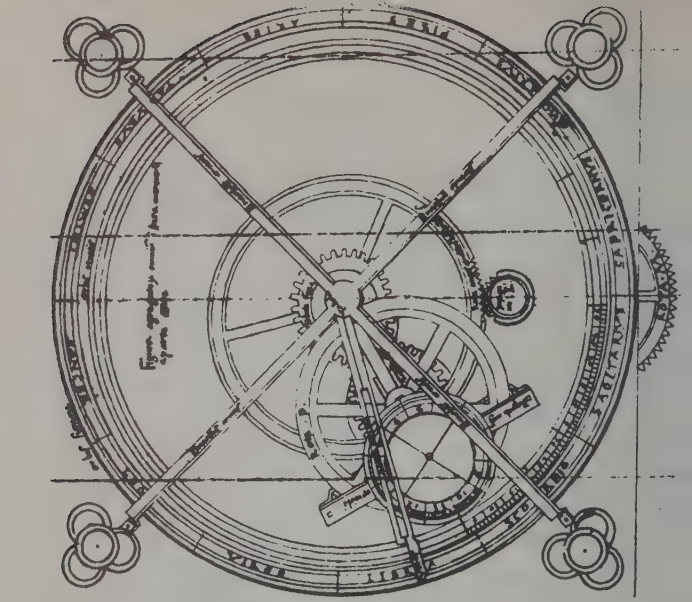
A cette époque en Italie, le jour était divisé en vingt-quatre heures, commençant au coucher du soleil. Dondi construisit donc un cadran muni de tables gravées et divisées des deux côtés en mois et en jours. On pouvait y déterminer le lever et le coucher du soleil pour chaque jour de l'année. Dondi fit débuter son cycle de vingt-quatre heures à midi, trouvant ce moment plus sûr que le coucher du soleil pour servir de point de départ à ses calculs astronomiques. Le cadran des heures tournait dans le sens inverse des aiguilles d'une montre actuelle; donc lire l'heure se faisait au bord inférieur gauche de chaque graduation horaire.

Pour faire le cadran du calendrier annuel donnant les 6 fêtes fixes, il réalisa un large anneau circulaire. Dans le bord supérieur, il incisa 365 dents, pour les 365 jours de l'année. A l'extérieur de l'anneau, il grava la durée de chaque jour en heures et en minutes, la lettre dominicale, la date du mois et le nom du saint à fêter. La date du jour apparaissait dans une ouverture percée dans la plaque du cadran.

1. *Some Outstanding Clocks...*, p. 11.

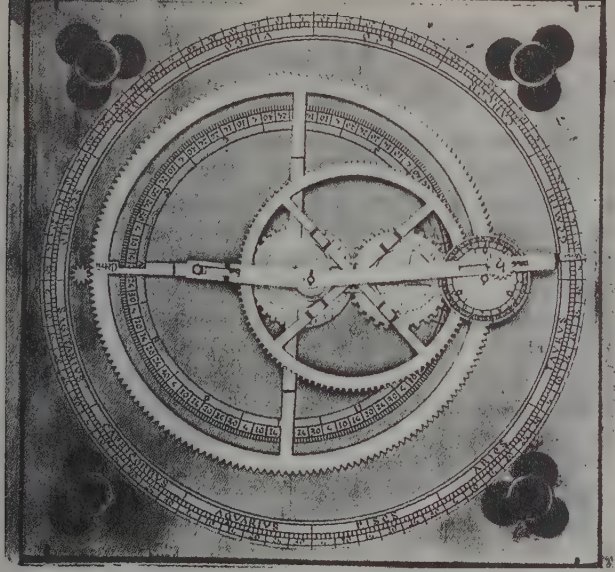
Diagramme d'une zone ovale.
Mécanisme du cadran de Mercure.

Dessin d'engrenages avec zones ovales et dents taillées vers l'intérieur.
Mécanisme au dos du cadran de Mercure.



Dessin du cadran de Mercure.

Le calendrier des fêtes mobiles exigeait des rouages d'une complexité inouïe et c'est seulement en 1842, 500 ans plus tard, que l'horloger Jean-Baptiste Sosime Schwilgué parvînt à en construire un autre, celui de la troisième horloge astronomique de Strasbourg. En 1582, l'introduction du calendrier grégorien avait rendu la construction de calendriers astronomiques encore plus compliquée. Il y a 5 fêtes mobiles dont Pâques est la plus importante car, une fois sa date déterminée, les dates des autres fêtes se trouvent automatiquement. Pour obtenir la date de Pâques, Dondi avait construit 3 chaînes à maillons. La chaîne supérieure avait 28 maillons correspondant aux 28 années d'un cycle solaire. La seconde chaîne avait 19 maillons correspondant au cycle lunaire et la chaîne inférieure avait 15 maillons correspondant à une période de temps utilisée en droit romain; le calendrier des fêtes fixes était placé sous le cadran de Vénus et le calendrier perpétuel sous celui de Mercure. Léonard



Modèle de l'horloge de Dondi. Cadran de Mercure. Smithsonian Institute

de Vinci copia certainement les cadrans de Vénus et de Mars d'après nature puisque son dessin fait apparaître des détails qui ne se trouvent pas sur le dessin du traité de Dondi.

Ce sont les cadrans de Mercure et de la Lune qui avaient les mécanismes les plus complexes. Ils comportaient des roues ovales exécutées sur les plans de Dondi. L'une de ces roues avait ses dents taillées vers l'intérieur. C'est sans doute la première application d'une telle technique. « Sur le cadran de Mercure, en plus de la correction des années bissextiles, se trouve l'indication d'une seconde correction à effectuer 144 ans plus tard, en avançant la roue M d'une dent. L'argument de Mercure a un retard annuel de 42'5'', donc, il faut avancer ce cadran de 2/3 chaque année, avec une correction résiduelle de 1° tous les 29 ans [1]. » Le dessin du cadran de la

1. H. A. Lloyd, *Old Clocks*, Ernest Benn and Dover Publications, London and New York, 1970, p. 198-9.

Lune montre une roue dentée ovale correspondant à l'orbite elliptique de cette planète. Ce mouvement est si compliqué qu'il faudra attendre jusqu'au milieu du XVIIIe siècle pour que l'Anglais Thomas Mudge parvienne, entre 1755 et 1760, à construire une horloge astronomique à calendrier lunaire.

Les rouages des horloges de Su Song et de Giovanni di Dondi étaient d'une telle complexité qu'après la mort de leurs inventeurs il fut très difficile de trouver des artisans capables de les réparer en dépit des instructions très détaillées qu'ils avaient pris le soin de laisser quant à la construction, l'entretien et la réparation de ces merveilleuses machines. Nous savons cependant qu'un certain Guillaume de Zélande, installé à Carpentras, parvint à réparer l'horloge de Dondi. Mais en 1529-1530, quand Charles-Quint vit l'horloge à Padoue, elle ne fonctionnait pas et à partir de cette date, elle n'est plus jamais mentionnée. Il faudra attendre 1561 pour que l'on puisse en construire une semblable.

La construction d'instruments aussi fascinants que l'horloge de Dondi pose le problème des rapports qui existent entre « les arts libéraux » et « les arts mécaniques », c'est-à-dire entre la science et la technologie. Si les arts libéraux ne jouent aucun rôle dans l'agencement des machines productrices d'énergie hydraulique, ils en jouent un, et il est d'importance, dans la construction des mécanismes et des rouages d'horlogerie. Pour réaliser ces appareils compliqués et précis, savants et techniciens durent collaborer étroitement à la même tâche. Cette collaboration entre la science et la technologie est un fait rare et il faudra attendre la seconde moitié du XIXe siècle pour qu'elle devienne un fait accompli.

La conjonction de ces talents fut saluée avec respect et admiration. L'horloge de Dondi était célèbre dans toute l'Europe. Vers 1385, Philippe de Maisière, un ami personnel

de l'inventeur, écrivait que « l'horloge est une telle merveille que les astronomes les plus solennels viennent de régions très lointaines, l'admirer avec le plus profond respect [1] ».

Pétrarque, qui fut aussi l'ami de Dondi, lui légua 50 ducats pour l'achat d'un anneau d'or qu'il devait porter en souvenir de lui. Pétrarque parle « de maître Giovanni de Dondi, philosophe né et tout naturellement le prince des astronomes. On le nomme ' Dell Orologio ', en raison du merveilleux planétarium qu'il a construit et que les ignorants prennent pour une horloge [2]... ». En effet, à l'encontre de l'horloge de Su Song précieusement cachée au regard du profane, l'horloge de Dondi pouvait être admirée et dessinée par les astronomes, les ingénieurs ou même les simples amateurs. Elle servit longtemps de prototype à la construction d'autres horloges astronomiques des grandes cités d'Europe, particulièrement en Italie et en Allemagne du Sud où elles ornèrent les murs des bâtiments publics et les tours d'églises. Leur prestige était évident. A partir de la seconde moitié du XIVe siècle, pendules et horloges sont très nombreuses. Certaines nous sont parvenues sinon en parfait état, du moins en pièces détachées. De nos jours, deux pendules restent encore parfaitement conservées : celle de Wells qui date de 1392, et celle de la cathédrale de Salisbury qui continue de sonner les heures depuis 1386.

Une nouvelle conception du temps.

La vogue des pendules astronomiques dans les grandes cités d'Europe contribua à forger notre manière de penser occidentale. Du haut des tours d'église et des beffrois municipaux, les pendules sonnaient des heures d'égale durée ou

1. Ed. récente du *Songe du viel pelerin*, par G. W. Coopland, Cambridge U.P., 1969, t. I, p. 606. (Second livre fo. 189 v. 2.)
2. Cité dans Bedini et Maddison « Mechanical Universe... », p. 15-16.

heures équinoxiales. Cette nouvelle méthode de comptage du temps ouvrait des perspectives riches en conséquences intellectuelles, commerciales et industrielles.

Les pendules à eau du monde ancien, en Grèce, en Égypte, à Rome, à Byzance indiquaient des heures d'inégale durée ou heures « temporaires » parce que le jour était alors divisé en deux fractions de 12 heures chacune. On comptait les heures à partir du lever du soleil et jusqu'à son coucher, puis, du coucher au lever suivant. La durée d'une heure de jour différait donc de la durée d'une heure de nuit, excepté à l'équinoxe, mais variait aussi selon les saisons et la latitude. Au nord de l'Égypte, à une latitude de 30° nord, par exemple, la période de temps comprise entre le lever et le coucher du soleil ne varie que de 10 à 14 heures. Mais, à Londres, à la latitude de 51° ½ nord, la variation est de 7 heures 45 minutes à 16 heures 30 minutes. Donc, à Londres, les heures pouvaient aller de 38 minutes à 82 minutes. Dans le monde antique, puis au Moyen Age, chaque pendule à eau était sous la responsabilité d'un homme qui chaque matin avait la tâche de diviser le jour en 12 heures, puis de mettre en marche le mécanisme de façon à ce qu'il respectât cette division du temps.

L'Europe vécut jusqu'au XIVe siècle avec un double système d'heures : les heures temporaires et les heures canoniales, au nombre de 7. Les heures canoniales réglaient la vie monastique. Dans un couvent, la cloche des offices (les heures) sonnait 7 fois en 24 heures. Dans presque tous les pays d'Europe, la journée était divisée en 2 fois 12 heures, mais, en Italie, le jour était divisé en 24 heures. Cette coutume persista pendant plusieurs siècles. Un chroniqueur mentionne en 1335 la première pendule connue sonnant des heures égales à l'église de Saint-Gothard à Milan : « une merveilleuse horloge, avec un énorme battant qui frappe une cloche 24 fois, suivant les 24 heures du jour et de la nuit. A

la première heure de la nuit, elle frappe un coup, à la seconde heure, deux coups, et fait ainsi la différence entre les heures, ce qui est fort utile aux hommes de tous les milieux [1] ».

A Padoue, en 1344, la pendule de Dondi « sonne automatiquement les 24 heures du jour et de la nuit [2] ». Des horloges publiques sonnaient les heures égales à Gênes en 1353, à Florence en 1355, à Bologne en 1356, à Ferrare en 1362. A Paris, l'horloge maintes fois refaite, qui se trouve actuellement sur la tour située à l'angle du boulevard du Palais et du quai de l'Horloge sonnait déjà les heures égales en 1370. Le roi Charles V était tellement satisfait de cette horloge et de son carillon qu'il en fit construire deux autres : une à l'hôtel Saint-Paul et l'autre au château de Vincennes. Puis, il ordonna que les églises de Paris sonnent les heures exactement au même moment que les pendules royales, afin que les habitants de la capitale règlent leur vie privée et leurs activités professionnelles sur un seul et même rythme. Froissart vante ainsi les mérites de l'horloge du Palais royal.

> L'orloge est, au vrai considérer
> un instrument très bel et très notable
> et c'est aussi plaisant et pourfitable
> car nuit et jour les heures nous aprent
> par la soubtilleté qu'elle comprent
> en l'absence meisme dou soleil
> dont on doit mieuls prisier son appareil [3].

En obligeant l'autorité ecclésiastique à faire sonner les heures à intervalles réguliers de 60 minutes, le roi Charles V attaquait la suprématie des habitudes religieuses et liturgiques. L'Église fut obligée de donner priorité aux intérêts

1. Cité dans C. M. Cipolla, *Clocks and Culture 1300-1700*, Collins, London, 1967, p. 40-41.
2. *Ibid.*, p. 41.
3. Froissart, *L'orloge amoureus*, Poésies de J. Froissart publiées par J. A. Buchon, Paris, 1829, p. 143.

temporels des « bourgeois » au détriment « des exigences de l'éternité ». « ... La sonnerie régulière des cloches apporta une régularité jusque-là inconnue dans la vie de l'artisan et du marchand. Les cloches de la tour d'horloge commandèrent même la vie urbaine. On mesurait le temps, on le servait, on le comptait, on le rationnait, et l'Éternité cesse progressivement d'être la mesure et le point de convergence des actions humaines [1]. »

En Europe occidentale, l'Église de Rome accepta facilement ces innovations de la technologie et cette facilité à s'adapter aux idées nouvelles explique en grande partie la révolution industrielle médiévale. En revanche, l'Église grecque orthodoxe ne souffrit jamais de compromis avec la technologie, ni d'ouverture aux idées nouvelles. Au XXe siècle comme au XIVe, c'est la stricte obéissance aux traditions qui empêche le clergé d'installer des horloges aux murs des églises orthodoxes. Ce serait un acte blasphématoire, incompatible avec la notion d'éternité. Le christianisme occidental s'oppose à l'Église orthodoxe grecque, l'Ouest s'oppose à l'Est. Dans le domaine qui nous intéresse, cette opposition réside justement dans la façon de mesurer le temps. La méthode orientale de division était vieille de plusieurs millénaires quand elle fut, en partie, remplacée par la nôtre. Dans certains pays, ce changement tardif freina le développement de l'industrie et du commerce. En Occident, au contraire, cette adaptation à une nouvelle mesure du temps s'était faite sans heurt, car les classes bourgeoises, particulièrement en Italie, étaient prêtes à l'accueillir. Si les commerçants et les banquiers, avec leur mentalité déjà capitaliste comprirent rapidement l'intérêt des pendules et des horloges, c'est qu'ils savaient déjà que « le temps, c'est de l'argent. »

1. *Technique et Civilisation*, p. 23.

8

L'invention intellectuelle

Giovanni di Dondi horloger et astronome, Villard de Honnecourt l'architecte-ingénieur, Walter de Henley l'agronome semblent, au premier abord, des hommes très différents les uns des autres, et ils le sont. Pourtant, une profonde affinité de pensée existe entre eux, car ils eurent de la vie une conception similaire fondée sur la primauté de la raison, ce qui ne veut nullement dire qu'ils étaient en avance sur leur temps, ni qu'ils raisonnaient comme des hommes du XXe siècle : ils appartenaient à une société où la foi était la norme et ils ne pouvaient imaginer qu'un jour les Européens vivraient sans Dieu. Pourtant, chacun à leur manière et sans le savoir, ces hommes forgeaient un monde nouveau. Entre le premier quart du XIIe siècle et le dernier quart du XIIIe siècle, très exactement jusqu'en 1277, il y eut un effort continu pour marier la raison et la foi. Pendant ces cent cinquante ans exceptionnels, avant que l'Église n'imposât vraiment ses dogmes, des hommes apprirent à utiliser la raison et à en disputer intellectuellement. Cette liberté intellectuelle nouvellement acquise est le point de départ de l'esprit scientifique moderne.

Gerbert, élu pape sous le nom de Sylvestre II (999-1003) fut le premier à ré-introduire la science en Europe et en particulier les chiffres arabes et l'abaque, table à calcul, que l'antiquité romaine ignorait. Il aurait également introduit l'astrolabe en Occident. Lanfranc et son disciple Saint-

Anselme, tous deux archevêques de Canterbory au IIe siècle furent les premiers à tenter de marier la foi et la raison. Pour Saint-Anselme on doit toujours essayer de comprendre ce que l'on croit ou au moins comprendre la nécessité de croire ainsi.

Abélard, le premier intellectuel européen.

C'est à Pierre Abélard (1079-1142) que revient l'honneur d'avoir, le premier, engagé la pensée occidentale dans la voie de la logique et de la raison. Si Abélard est resté dans l'histoire amoureuse indissociable d'Héloïse et la victime malheureuse de Fulbert, l'oncle d'Héloïse qui le fit émasculer, il n'en fut pas moins le logicien et le dialecticien le plus populaire de son temps. Avant la funeste intervention de Fulbert, Héloïse et Abélard avaient eu, hors des liens du mariage, un enfant qui, en hommage à l'ère scientifique à venir, fut prénommé Astrolabe. Dans une lettre à Abélard, Héloïse fait part de ses craintes concernant leur vie quand ils seront mariés : « Tu ne pourrais plus t'occuper avec autant de soin d'une épouse et de la philosophie. Comment concilier les cours scolaires et les servantes, les bibliothèques et les berceaux, les livres et les quenouilles, les plumes et les fuseaux? Les riches le peuvent qui ont une maison suffisamment grande pour qu'on puisse s'y isoler, dont l'opulence ne ressent pas les dépenses, qui ne sont pas quotidiennement crucifiés par les soucis matériels[1]. » Pour Abélard, c'est par le doute seul que l'on parvient à découvrir la vérité. Dans son traité, le *Sic et Non*, le Oui et le Non, il cita 158 contradictions trouvées dans les Écritures et dans les Pères de l'Église, se rapportant toutes à des points de doctrine. Il expose dans son prologue les principes qui pourraient

1. Le Goff, *Les Intellectuels au Moyen Age*, p. 46.

servir de base à la critique rationnelle des textes. Il ne cherchait pas à faire naître le scepticisme, mais il voulait stimuler l'esprit de doute, « car, en doutant, nous sommes amenés à questionner, et en questionnant, nous arrivons à la vérité [1] ».

Un historien français contemporain a écrit : « Abélard a d'abord été un logicien et comme tous les grands philosophes, il a d'abord apporté une méthode. Il a été le grand champion de la dialectique. Avec son *Manuel de logique pour débutants (Logica ingredientibus)* et surtout avec le *Sic et Non* de 1122, il a donné à la pensée occidentale son premier Discours de la méthode. Il y prouve avec une éclatante simplicité la nécessité du recours au raisonnement [2]. »

Abélard « avait compris très clairement la différence entre la connaissance empirique d'un fait et la connaissance rationnelle de la cause de ce fait ». « Certaines sciences sont orientées vers l'action, d'autres vers la compréhension. C'est-à-dire que certaines sciences s'occupent de la synthèse des choses, et que d'autres analysent les parties composantes de ces choses. Nombreux sont les hommes capables d'agir habilement, mais incapables de penser scientifiquement. Ils ont constaté le pouvoir de guérir qu'ont certains remèdes et, s'ils parviennent à guérir, c'est grâce à leur expérience seule et sans connaître vraiment les causes naturelles. Ils savent quelles plantes sont utiles pour traiter telle maladie car ils l'ont appris par l'expérience, mais ils n'ont pas étudié le pourquoi de ce pouvoir. Ils connaissent l'efficacité des plantes et la nature des maladies parce qu'elles font partie de la science pratique, mais ils ne savent rien de la théorie. Les animaux et autres créatures non raisonnables sont remplis de sens pratique, mais ignorent les choses et les causes. Le chien

1. Cité dans R. S. Lopez, *The Birth of Europe*, Dent, Londres, 1971, p. 180.
2. *Les Intellectuels au Moyen Age*, p. 51.

guérit ses blessures en les léchant. La nature, merveilleusement subtile, a appris aux abeilles à faire le miel, mais l'homme, lui, n'y parvient pas. Inversement, nombreux sont ceux qui sont doués pour la compréhension, mais comme ils n'ont aucune habileté pratique; s'ils peuvent communiquer leur savoir aux autres, ils sont incapables de le pratiquer eux-mêmes. Celui qui sait comprendre peut sonder et pénétrer les causes réelles des choses. Par causes réelles, nous voulons dire celles qui sont à l'origine cachée des choses, celles que l'on examine davantage à l'aide de la raison que grâce à l'expérience des sens. D'où la phrase de Virgile : Heureux celui qui a pu pénétrer les causes secrètes des choses [1]. »

Abélard est considéré, à juste titre, comme le premier intellectuel européen. Tout naturellement, il se trouvait toujours du côté de l'opposition, toujours prêt à démolir des idées, toujours prêt à critiquer les traditions sociales et intellectuelles. Son rationalisme le fit entrer en conflit avec un mystique tel Bernard de Clairvaux qui avait dit qu'Abélard « croyait être capable, par le raisonnement humain, de comprendre Dieu dans sa plénitude [2] ». Abélard qui représentait la nouvelle façon de penser, devra capituler devant les attaques de saint Bernard et se soumettre à l'arbitrage de celui qui avait dit : « Tu trouveras bien plus dans les forêts que dans les livres. Les bois et les pierres t'apprendront plus que n'importe quel maître [3]. »

L'anti-intellectualisme de saint Bernard, que scandalisait l'application de raisonnement logique au domaine spirituel, s'explique par le désir qu'il avait de protéger la foi et le

1. A. C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origin of Experimental Science 1100-1700*, Clarendon Press, Oxford, 1953, p. 29-30.
2. C. H. Haskins, *The Renaissance of the Twelfth Century*, Harvard U.P., Cambridge, Mass., 1971, p. 258.
3. *Les Intellectuels au Moyen Age*, p. 25.

mysticisme chrétiens menacés, selon lui, par ces ouvrages antiques traduits du grec et de l'arabe que les intellectuels européens avides de textes scientifiques s'arrachaient.

La renaissance du XIIe siècle.

Cet afflux de livres n'eut pas l'impact qu'aura l'imprimerie, mais il marqua profondément la pensée européenne au XIIe et au XIIIe siècle et multiplia le nombre des étudiants. Il provoqua également la naissance de ce que l'on a appelé « la Renaissance du XIIe siècle ». Pourtant, il y a une différence de nature fondamentale entre la Renaissance du XVe siècle qui fut avant tout littéraire et celle du XIIe siècle qui est philosophique et scientifique. La plus grande partie des textes scientifiques grecs ayant déjà été traduite et commentée en arabe, des lettrés, tels l'Anglais Adélard de Bath et l'Italien Gérard de Crémone, apprirent l'arabe afin de mettre ces textes à la portée du plus grand nombre. En Espagne, à Tolède, des équipes d'érudits chrétiens, juifs et arabes traduisaient en latin des textes grecs et arabes traitant de médecine, d'astronomie, d'arithmétique, d'algèbre et de trigonométrie.

Les Romains peu curieux de science n'avaient que rarement traduit les œuvres scientifiques des grecs mais ils portèrent aux techniques un intérêt particulier; leurs agronomes comme leurs agrimenseurs ont laissé d'importants traités. Jusqu'au XIIe siècle, on ne connaissait en Europe qu'un petit nombre de textes scientifiques et techniques anciens parmi lesquels, le *Timée* de Platon (les seuls 53 premiers chapitres), certaines œuvres de logique d'Aristote *(Logica Vetus)*, le *De natura rerum* de Lucrèce, le *Traité d'architecture* de Vitruve, les *Questions naturelles* de Sénèque, l'*Histoire naturelle* de Pline, ainsi que les œuvres d'auteurs du Ve et du VIe siècles, tels Macrobe, Martianus Capella et Boèce.

AUTEUR	ŒUVRES	TRADUCTEUR	LIEU ET DATE
	SOURCES ARABES A DATER D'ENVIRON 1000		
Al Khwarizmi (IXe s.)	*Liber Ysagogarum Alchorismi*	Adélard de Bath, de l'arabe	XIIe siècle
Rhazès (mort vers 924)	*De Aluminibus et Salibus*	Gérard de Crémone, de l'arabe	Tolède, XIIe s.
Pseudo-Aristote	*De Proprietatibus Elementorum*	Gérard de Crémone, de l'arabe	Tolède, XIIe
Alhazen (vers 965-1037)	*Opticae Thesaurus*	De l'arabe	Fin du XIIe
Avicenne (980-1037)	La partie physique et philosophique de Kitab al-Shifa (commentaire sur Aristote)	Dominicus Gundissalinus et Jean de Sareshel, abrégé de l'arabe	Tolède, XIIe
Averroès (1126-1198)	Commentaires sur la Physique	Michel Scot, de l'arabe	Début du XIIIe
Leonard Fibonacci de Pise	*Liber Abaci* (premier exposé complet de la numération indienne)	Utilisation de connaissances arabes	1202
	SOURCES GRECQUES A DATER D'ENVIRON 1000		
Hippocrate et son école (Ve-IVe s. av. J.-C.)	*Aphorismes* Divers traités	Burgundio de Pise, du grec Gérard de Crémone, de l'arabe	XIIe siècle Tolède, XIIe
Aristote (384-322 av. J.-C.)	*Meteorologica* (liv. IV) *Physica, De Generatione et Corruptione, Parva Naturalia, Metaphysica*	Henri Aristippe, du grec Du grec	Sicile, vers 1156 XIIe siècle
Euclide vers (330-260 av. J.-C.)	Éléments (15 livres, 13 authentiques)	Adélard de Bath, de l'arabe Hermann de Carinthie, de l'arabe	Début du XIIe XIIe siècle
Archimède (287-212 av. J.-C.)	*De Mensura Circuli* Œuvres complètes (sauf l'Arénaire, *le Lemmata*, et la Méthode)	Gérard de Crémone, de l'arabe Guillaume de Moerbeke, du grec	Tolède, XIIe 1269
Héron d'Alexandrie (Ier s. av. J.-C.)	*Pneumatica*	Du grec	Sicile, XIIe
Galien (129-200)	Divers traités	Gérard de Crémone, de l'arabe	Tolède, XIIe
Ptolémée (IIe s. ap. J.-C.)	*Almageste* Optique	Du grec Eugène de Palerme, de l'arabe	Sicile, vers 1160 Vers 1154

On trouvera sous forme de table chronologique [1], une liste des principaux auteurs anciens, traduits au XIIe et au début du XIIIe siècle indiquant les titres des œuvres, leur pays et leur langue d'origine, ainsi que le nom des traducteurs latins et les lieux et dates de traduction. Loin d'être exhaustive, cette liste donnera pourtant une idée de la taille de l'entreprise et du nombre des traductions. Ce sont ces travaux qui amorceront, au XIIe et au XIIIe siècle, l'essor de la science moderne et ce sont les « humanistes médiévaux » trop souvent éclipsés par ceux du XVe siècle qui faciliteront, dans les écoles et dans les universités d'Europe, l'assimilation de cette vaste somme de connaissances nouvelles.

Daniel de Morley n'hésite pas à louer l'enseignement des Arabes et des païens, ni à reconnaître l'éminence des philosophes antiques. « Que personne ne s'émeuve si traitant de la création du monde, j'invoque le témoignage, non des Pères de l'Église, mais des philosophes païens car, bien que ceux-ci ne figurent pas parmi les fidèles, certaines de leurs paroles, du moment qu'elles sont pleines de foi doivent être incorporées à notre enseignement [2]. » L'enthousiasme des humanistes pour le culte des anciens est aussi vif au XIIe siècle qu'il le sera au XVe siècle, comme en témoigne ce texte de Pierre de Blois : « On ne passe des ténèbres de l'ignorance à la lumière de la science que si l'on relit avec un amour toujours plus vif les œuvres des Anciens. Qu'aboient les chiens, que grognent les porcs! Je n'en resterai pas moins le sectateur des anciens. Pour eux seront tous mes soins et l'aube, chaque jour, me trouvera à les étudier [3]. » Respecter les anciens n'empêche pas les humanistes de croire au progrès et Bernard de Chartres exprime sa confiance en l'avenir dans le

1. A. C. Crombie, *Histoire des sciences de saint Augustin à Galilée 400-1650*, t. 1, tr. J. Hermies, PUF, Paris, 1959, p. 34-37.
2. *Les Intellectuels au Moyen Age*, p. 24
3. *Ibid.*, p. 14.

texte fameux, cité dans un chapitre précédent : « Nous sommes des nains montés sur les épaules de géants. Nous voyons ainsi davantage et plus loin qu'eux... »

L'enseignement des arts libéraux donnait la priorité aux études du Trivium : grammaire, rhétorique, logique. Mais, les arts du Quadrivium avaient également une place privilégiée. Certains savants et lettrés en quête de culture scientifique ne purent pas attendre la publication des textes traduits et se hâtèrent vers Tolède où l'on étudiait les arts du Quadrivium : l'arithmétique, la géométrie, la musique et l'astronomie. Daniel de Morley écrit : « Comme de nos jours, c'est à Tolède que l'enseignement des Arabes, qui consiste entièrement dans les arts du Quadrivium, est dispensé aux foules, je me hâtai de m'y rendre pour y écouter les leçons des plus savants philosophes du monde [1]. » L'étude des sciences naturelles était particulièrement poussée. Guillaume de Conches « tenta de concilier la théorie atomique de Démocrite et des épicuriens avec les théories physiques exposées dans le *Timée* [2] ».

Les centres du savoir : Chartres, Paris, Oxford.

C'est probablement à l'École de Chartres qui subit profondément l'influence de Platon et des idées scientifiques exprimées dans le *Timée*, que fut élaborée la première explication de l'univers par des causes naturelles. Thierry de Chartres (mort vers 1155) qui tenta d'expliquer rationnellement la création affirme « qu'il n'est pas possible de comprendre la Genèse sans la formation intellectuelle du Quadrivium, c'est-à-dire sans l'aide des mathématiques car dans les mathématiques se trouve l'explication rationnelle de l'Univers [3] ».

1. *Les Intellectuels au Moyen Age*, p. 23.
2. G. C. Crump et E. F. Jacob, *The Legacy of the Middle Ages*, Clarendon Press, Oxford, 1951, p. 238.
3. *Histoire des Sciences de saint Augustin à Galilée 400-1650*, p. 25.

Guillaume de Conches soutint la toute-puissance de la raison contre les adversaires de la science naturelle qui, répugnant à expliquer même les faits naturels de la Bible, les acceptent aveuglément et qui : « ignorant les forces de la nature, veulent que nous restions liés à leur ignorance, nous refusent le droit de recherche et nous condamnent à demeurer comme des rustauds dans une croyance sans intelligence. Nous, au contraire, désirons, si on peut le faire, découvrir la raison de chaque chose [1]. » Si Dieu a créé la nature, il respecte ses lois et il lui est facile de concilier les éléments contraires du feu et de la terre. « Il n'y a pas de limite à la puissance de Dieu. Les choses qui existent n'ont pas pu se faire elles-mêmes. Il n'y a aucune explication valable dans la seule nature des choses [2]. » Guillaume de Conches s'indigne contre les sots qui disent : « Nous ne comprenons pas ce qui existe mais nous savons que Dieu peut tout faire. Sans doute Dieu peut d'un tronc d'arbre faire un veau, comme disent les rustauds, mais, l'a-t-il jamais fait [3]? » Ces textes, ainsi que ceux d'autres humanistes du XIIe siècle, ont une importante signification historico-philosophique : ils accélèrent la désacralisation de la Nature commencée par le christianisme. L'expansion de la foi chrétienne dans le Moyen-Orient et la Méditerranée détruisit la croyance classique en la présence de dieux incarnés dans la Nature. Cette désacralisation est l'un des facteurs qui explique l'invention technologique au Moyen Age.

Lynn White a écrit : « En 1956, Robert Forbes et Samuel Sambursky se rendirent compte, l'un et l'autre, qu'en détruisant l'animisme classique, le christianisme annonçait un changement dans la façon de voir les objets naturels et qu'il

1. *Les Intellectuels au Moyen Age*, p. 54.
2. L. Thorndike, *A History of Magic and Experimental Science*, t. II, Londres, 1923, p. 58.
3. *Les Intellectuels au Moyen Age*, p. 57.

ouvrait la voie à leur utilisation à des fins rationnelles et purement humaines. Pour les chrétiens, les saints, les anges et les démons avaient une existence très réelle. Mais, l'esprit animant un objet ou un endroit, le génie du lieu qu'il ne faut ni déranger, ni troubler, n'avaient plus aucune signification [1]. »

Illustrant ce nouvel état d'esprit, l'École de Chartres fit placer, parmi les sculptures du portail royal de la cathédrale, des statues personnifiant les sept arts libéraux et leurs attributs. Sous chaque statue était représenté un auteur dont la pensée et les écrits contribuèrent à la formation de cette discipline. C'est peut-être à l'instigation de Thierry de Chartres, alors chancelier de l'École, que sept écrivains anciens, presque tous païens, trouvèrent ainsi place sur la façade d'une cathédrale. « Les penseurs qui incarnent les arts libéraux ont été choisis dans l'Heptateuchon de Thierry de Chartres. Ils sont : Priscien pour représenter la grammaire, Aristote la dialectique, Cicéron la rhétorique, Boèce l'arithmétique et Ptolémée l'astronomie. La géométrie n'est probablement représentée sur le portail par aucun des auteurs dont les textes figuraient dans le programme d'étude de l'École de Chartres : elle est représentée par Euclide dont les concepts furent largement utilisés dans tous les autres traités. La musique semble accompagnée par Pythagore car elle porte les instruments qui, selon la tradition, permirent au philosophe grec de développer sa théorie des intervalles [2]. » En faisant sculpter dans la pierre les statues des arts libéraux, Thierry de Chartres et l'école épiscopale associaient les hommes des arts libéraux à ceux des arts mécaniques; ils rapprochaient les intellectuels des ouvriers spécialisés, la science de la technologie. Le Quadrivium fut le point de

1. L. White, « Cultural Climates and Technological Advance in the Middle Ages », *Viator*, t. II, 1971, p. 174.

2. A. Katzenellenbogen, *The Sculptural Programs of Chartres Cathedral*, W. W. Norton, New York, 1959, p. 20-21.

contact, le lieu de rencontre commun et il est certain que les architectes médiévaux profitèrent beaucoup de ces connaissances scientifiques nouvellement apparues, spécialement celles qui concernaient la géométrie et l'arithmétique.

Après Chartres, c'est à Paris, puis à Oxford que les progrès de la raison et de la science vont se poursuivre. L'atmosphère intellectuelle de Paris nous est décrite dans une lettre enthousiaste qu'un élève de Guillaume de Conches, John de Salisbury, futur évêque de Chartres, adressait en 1164, à son ami Thomas Beckett : « J'ai fait un détour par Paris. Quand j'ai vu l'abondance de vivres, l'allégresse des gens, la considération dont jouissent les clercs, la majesté et la gloire de l'Église tout entière, les diverses activités des philosophes, j'ai cru voir plein d'admiration l'échelle de Jacob dont le sommet touchait le ciel et était parcourue par des anges en train de monter et de descendre. Enthousiasmé par cet heureux pèlerinage, j'ai dû avouer : le Seigneur est ici et je ne le savais pas. Et ce mot du poète m'est venu à l'esprit : Heureux exil que celui qui a cet endroit pour demeure [1]. » « Paris n'est comparable qu'à Athènes », écrit l'Anglais Barthélemy, moine et encyclopédiste de la première moitié du XIIIe siècle. « Comme autrefois la cité d'Athènes avait été la mère des arts libéraux et des lettres, la nourrice des philosophes et de toutes les sciences, telle est aujourd'hui la ville de Paris, non seulement pour la France, mais pour toute l'Europe. Dans son rôle de mère de la Sagesse, Paris accueille tous ceux qui viennent des quatre coins du monde, les assiste dans leurs besoins et les gouverne en paix [2]. »

L'introduction dans cette brillante métropole de la pensée médiévale, des œuvres d'Aristote et des commentaires en arabe d'Avicenne et d'Averroes confrontait la jeune université de Paris avec un système de pensée scientifique pratique-

1. *Les Intellectuels au Moyen Age*, p. 28.
2. R. S. Lopez, *The Birth of Europe*, Dent, Londres, 1971, p. 180.

ment complet. La dialectique d'Aristote en vint à être considérée comme l'équivalent de la science et de la raison. Cette confrontation avec la personnalité du philosophe antique obligea l'université à entreprendre un travail de synthèse plus vaste que tout ce qu'on avait tenté jusqu'alors en Occident. Cette synthèse consistait à unifier l'aristotélisme et le christianisme en une somme qui engloberait la totalité des vérités humaines et divines, la raison et la foi, la philosophie et la religion, la faculté des arts et la faculté de théologie. Les penseurs médiévaux les plus éminents, Alexandre de Hales, Albert le Grand, Thomas d'Aquin, Siger de Brabant tenteront cette synthèse avec des succès variés. Mais, redoutant que cette synthèse ne nuise à la foi, le pape et les théologiens encouragèrent l'évêque de Paris, Étienne Tempier, à condamner le 7 mars 1277 les 219 « erreurs exécrables que certains étudiants de la faculté des arts ont la témérité d'étudier et de discuter dans les écoles ». Cette condamnation va freiner le progrès des sciences et de la raison à Paris au XIIIe siècle.

Alors qu'à Paris, la faculté des arts se spécialisait dans les études du Trivium où dominait l'aristotélisme, la faculté d'Oxford, continuant les traditions de l'École de Chartres, se spécialisa dans les arts du Quadrivium et du néoplatonisme. A Oxford, c'est la science, notamment la science expérimentale, qui va progresser et, comme les rapports de la foi et de la raison n'y furent jamais un problème brûlant, les répercussions des événements de 1277 n'entravèrent pas le développement des sciences et des théories scientifiques.

Un maître : Robert Grossetête...

Pendant longtemps, le nom de Roger Bacon (que certains confondent avec Sir Francis Bacon qui vécut trois siècles plus tard) resta le seul associé aux travaux de l'université

d'Oxford et aux débuts de la science expérimentale. Il était considéré comme un génie, un précurseur prophétique et solitaire, quoique les recherches historiques des 50 dernières années ont montré que, dans certains domaines, Bacon ne fut qu'un disciple et qu'un imitateur. Mais il le fut avec génie. Son maître Robert Grossetête né en 1175 dans une famille assez modeste du comté de Suffolk, étudia à Oxford et peut-être à Paris. Il fut recteur des franciscains d'Oxford en 1224, puis devint le premier chancelier de l'université d'Oxford. Évêque de Lincoln de 1235 jusqu'à sa mort en 1253, il ne cessa jamais de s'intéresser au développement de l'université. Il encouragea l'étude du grec qu'il connaissait parfaitement, attira à Oxford des lettrés de Grèce et se fit apporter des traités et des grammaires. Ses activités littéraires étaient aussi nombreuses que variées : il traduisit l'*Éthique à Nicomaque*, ainsi que les *Commentaires* d'Eustratios de Nicée, écrivit de nombreuses notes critiques sur la syntaxe et le vocabulaire grec et donna enfin des commentaires de la *Physique* d'Aristote. « Le traité qu'il écrivit vers 1232 contient une discussion sur la réforme du calendrier, discussion qui sera souvent citée par d'autres écrivains, depuis Roger Bacon jusqu'à Pierre d'Ailly [1]. » Son traité *Compendium sphaerae* contient la première référence occidentale au phénomène de la précession des équinoxes déjà mentionné dans un ouvrage arabe. Naturellement, il savait que la terre est ronde. « Dans son traité sur la sphère, Grossetête soutient que la rotondité de la terre, des étoiles et des planètes est prouvée à la fois par les explications naturelles et par l'expérience astronomique. La rotondité de la terre est démontrable en faisant observer le ciel à des hommes postés en différents points du globe. [2] »

1. G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, t. II, Baltimore, 1931, p. 584.
2. *A History of Magic and Expérimental Science*, p. 439-440.

Robert Grossetête est surtout connu pour avoir placé les fondements de la philosophie naturelle sur les mathématiques et sur l'expérience. « Il lui semblait impossible de comprendre le monde physique sans l'aide des mathématiques et il fondait cette opinion sur ses conceptions métaphysiques de la nature du réel. La lumière, pour lui, était la forme corporelle première... et il comprit que la propriété de la lumière est de pouvoir se propager d'elle-même, instantanément, en ligne droite, dans toutes les directions, sans perte de substance. De cette manière, la lumière a engendré l'univers. Au commencement du monde, Dieu avait tiré la matière informe du néant, et c'est la lumière qui produisit, par auto-diffusion, les dimensions de l'espace, puis, par la suite, tous les êtres. C'est pourquoi Grossetête pensait que l'étude de l'optique donnait la clé du monde physique [1]. »

Ses recherches scientifiques l'amenèrent à comprendre la nature des lentilles optiques et la façon de les utiliser pour agrandir les objets petits et pour rapprocher les objets éloignés. « Si nous comprenons bien cette partie de l'optique, nous pourrons faire apparaître comme toutes proches des choses qui sont en réalité très lointaines. Des objets gros et proches pourront paraître très petits et nous pourrons agrandir ou diminuer la taille de petits objets placés à une certaine distance et, ainsi, lire incroyablement loin les lettres les plus petites, compter les graines et les grains de sable ou n'importe quel objet microscopique [2]. » On connaissait donc certaines formes de verres grossissants, ce qui permet d'anticiper l'invention du microscope et du télescope.

Les lunettes pour corriger la myopie existaient déjà en Italie vers 1280 puisque en 1306 le frère dominicain Giordarno de Pise, prêchant à Florence, déclarait : « Maintes

1. *Robert Grosseteste...*, p. 140.
2. *History of Magic...*, p. 441.

choses restent à découvrir; on pourrait faire une découverte tous les jours et pourtant, il en resterait encore tant d'autres à faire. Voici à peine 20 ans qu'on a découvert l'art de faire des lunettes qui permettent de bien voir, l'une des choses les plus utiles au monde. Cette découverte est très récente. Moi qui vous parle, j'ai connu l'inventeur, et tous les deux, nous avons causé [1]. » Il se peut aussi, d'ailleurs, que ce fameux inventeur ait eu connaissance des traités d'optique de Robert Grossetête. Le poète français qui écrivit la dernière partie du *Roman de la Rose*, les avait peut-être, lui aussi, lus : « Alors, il pourra trouver les forces et les causes des miroirs qui ont une faculté merveilleuse : les choses les plus petites, lettres minuscules, grains de sable menus, s'y voient si grandes et si grosses que chacun qui y regarde peut les distinguer parfaitement de loin et les compter, ce qui paraît incroyable à celui qui ne l'a pas vu ou qui n'en connaît pas les causes [2]. »

Plus loin, l'auteur parle d'observations scientifiques et il mentionne des miroirs aux formes étranges, les arcs-en-ciel et les verres ardents : « D'autres miroirs montrent les dimensions exactes des choses qu'on y regarde. D'autres sont ardents et brûlent les choses qu'on met en face, si l'on sait bien y faire converger les rayons du soleil qui les frappent [3]. » Pour Robert Grossetête, les lois de l'optique géométrique étaient la base de la réalité physique et les mathématiques étaient indispensables pour comprendre la nature. Ce problème méthodologique fut l'un des plus ardus et il restera, à bien des égards, le problème central des sciences naturelles.

1. L. White, « Cultural Climates and Technological Advance in the Middle Ages », *Viator*, t. II, 1971, p. 174.
2. Guillaume de Lorris et Jean de Meun, *Le Roman de la rose*, Gallimard, Paris, 1949, p. 304.
3. *Ibid.*, p. 305.

... et son disciple : Roger Bacon.

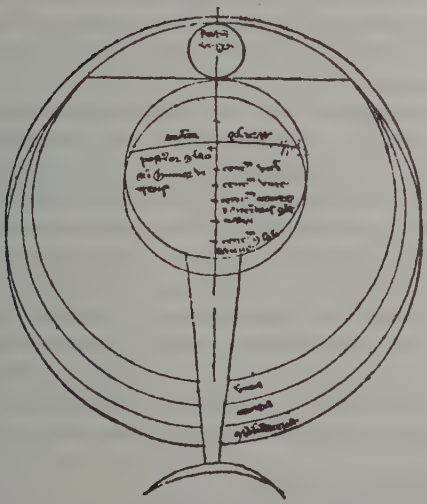
Roger Bacon (1214-1292) naquit en Angleterre d'une famille aisée qui finança probablement ses recherches et ses expériences. Il fit des études à Oxford et à Paris, puis il entra dans l'ordre des franciscains. Disciple et admirateur de Robert Grossetête qu'il ne rencontra sans doute jamais, il suivit la voie que ce dernier avait ouverte dans les domaines de l'optique, des mathématiques et des sciences expérimentales.

Son traité l'*Opus majus* contient les éléments d'un programme de réforme qu'il adressa au pape Clément IV en 1268 mais également la description de certaines expériences d'optique de Robert Grossetête : « Si l'on examine des lettres ou des petits objets au moyen d'une ' lentille ' de verre, de cristal ou de n'importe quelle autre matière transparente placée au-dessus des lettres, si cette lentille a une forme très légèrement sphérique, si la face convexe est tournée du côté de l'œil et que l'œil soit devant le vide, on verra alors bien mieux les lettres qui apparaîtront plus grosses... Cet instrument sera extrêmement utile aux vieillards et aux personnes qui ont la vue faible, car elles pourront voir la lettre la plus petite, si elle est suffisamment agrandie [1]. »

Roger Bacon se laissa emporter par son imagination et fut parfois incapable de prouver ses théories faute de pouvoir financer ses expériences dont certaines, tels les loupes et les miroirs paraboliques, étaient difficiles à réaliser et fort coûteuses.

Il croyait que Jules César : « avait fait placer sur le rivage du Nord de la Gaule, d'immenses miroirs capables de refléter la position des villes et des camps d'Angleterre ». Alors, écrit-il, pourquoi ne pas utiliser, en notre temps, « des miroirs semblables qui seraient placés sur une hauteur face à une

1. Roger Bacon, *Opus Majus*, tr. R. B. Burke, Philadelphie, 1928, t. II, p. 574.



Extraits de l'Opus Majus *de Bacon,*
deux schémas montrant les courbures des milieux réfringents de l'œil.

cité ou à une armée hostile et qui nous rendraient visible tout ce que fait l'ennemi [1] ».

Il s'extasia sur « les merveilles de la vision réfractée... plus frappantes encore... Ainsi, à une distance incroyable et en fonction de l'angle sous lequel nous regardons, une armée de taille modeste nous semblera immense et très près de nous, même si elle est située à bonne distance; ou l'inverse. Nous pourrons également obtenir que le soleil, la lune et les étoiles semblent se rapprocher et descendre vers nous, ou bien s'élever au-dessus de la tête de nos ennemis. Nous pourrons créer maints phénomènes de cet ordre. Celui qui n'en connaît pas la véritable explication ne pourra pas les supporter [2]. »

Roger Bacon décrivit minutieusement l'œil humain et il fit un diagramme géométrique des différentes courbes de l'organe de la vue : « L'œil d'une vache, d'un porc ou d'autres animaux peut servir d'illustration, si l'on veut faire des expériences [3]. » Ses descriptions anatomiques de l'œil et des nerfs optiques des vertébrés dépassaient en qualité toutes celles qui existaient en son temps. Les mathématiques, pour Roger Bacon, étaient la voie d'accès à toutes les sciences. Il avait fait sienne la théorie platonicienne de l'importance transcendantale des mathématiques et il était convaincu de leur valeur pratique dans presque tous les programmes d'études. Il cite l'opinion de Boèce : « Dans le passé, parmi tous les hommes influents de l'entourage de Pythagore, parmi ceux qui avaient dépassé son intelligence et sa compréhension, il ne s'est trouvé personne pour atteindre la perfection des études philosophiques sans en examiner la sagesse avec l'aide du Quadrivium [4]. »

1. *Opus Majus*, t. II, p. 582.
2. *Ibid.*, t. II, p. 582.
3. *Grosseteste...*, p. 153.
4. *Opus Majus*, t. I, p. 117.

C'est grâce aux mathématiques seules que l'on peut corriger « les erreurs manifestement visibles » que le calendrier chrétien perpétue et qui déshonorent l'Église. Si dans ce domaine, il ne fit que suivre le raisonnement de Robert Grossetête, il alla plus loin que lui dans sa recherche d'une solution au problème des erreurs et il obtint des chiffres plus exacts que ceux que l'on connaissait. Il avait honte de l'opinion que le monde extérieur se faisait de l'état des mathématiques dans l'Occident chrétien : « Les philosophes païens, arabes, juifs ou grecs qui côtoient les chrétiens comme c'est le cas en Espagne, en Égypte, dans certains pays d'Orient, dans beaucoup d'autres pays du monde, méprisent tous la folie qui préside à la chronologie du calendrier des fêtes chrétiennes [1]. »

Le calendrier julien (qui tient son nom de Jules César qui l'avait fait réformer en l'année 708 de Rome) reposait sur une durée de l'année que l'on estimait à 365 et un quart de jour. « Ces quarts sont additionnés tous les quatre ans pour former l'année bissextile qui a un jour de plus que l'année ordinaire, une fois tous les quatre ans. Mais, comme le montrent tous les calculs anciens et récents et comme on peut l'établir par des preuves astronomiques, l'année solaire n'est pas si longue et même elle est certainement plus courte. Les savants estiment que l'année solaire est moins longue d'un cent-trentième de jour. Donc, il y a un jour en trop après chaque période de cent trente ans. Si ce jour était supprimé, le calendrier serait correct dans la mesure où cette erreur-là aurait été rectifiée. Mais, puisque tout le contenu de ce calendrier est fondé sur la durée de l'année solaire, et, puisque les données de base sont erronées, tout le calendrier est faux. »

« La seconde grave erreur concerne la détermination

1. *Opus Majus*, t. I, p. 306.

des équinoxes et des solstices. Cette erreur renferme en elle-même d'autres erreurs graves, en plus de celle qui est attribuable à la longueur de l'année solaire. ... A l'origine, l'Église avait décrété que le solstice d'hiver serait placé au 8e jour précédant les calendes de janvier : le jour de la Nativité du Seigneur, et que l'équinoxe de printemps serait placé au 8e jour précédant les calendes d'avril... Cette année (1267) le solstice d'hiver tombe le jour des ides de décembre, douze jours avant Noël, et l'équinoxe de printemps tombe le 3e jour avant les ides de mars... Ce phénomène est vérifiable non seulement par l'astronome, mais par n'importe quel amateur observant à l'œil nu les rayons du soleil tombant sur un mur ou sur un autre objet, tantôt plus haut, tantôt plus bas... »

« Il y a un troisième inconvénient et ce n'est pas le moindre. Nous avons prouvé sans l'ombre d'un doute, que la fête de Pâques devrait être célébrée après la 14e lune qui se trouve soit le même jour que l'équinoxe de printemps, soit après cet équinoxe... et comme l'équinoxe réel avance de plus en plus dans le calendrier, vers l'année 1481, Pâques tombera le 5e jour avant les ides de mars... Ceci est un sérieux désavantage car ce n'est pas seulement la fête de Pâques, mais le carême et toutes les fêtes mobiles qui vont ainsi reculer d'une manière choquante et bouleverser l'ordre des offices religieux... Pendant le vrai carême, on mangera de la viande très souvent... »

« Un désavantage plus sérieux encore provient de la date du début de la lunaison telle qu'elle est donnée par le nombre d'or du calendrier. Il est facile de s'apercevoir en regardant le ciel que la nouvelle lune a lieu en réalité 3 ou 4 jours avant la date indiquée par le calendrier. Une fois tous les 26 ans, le début de la lunaison recule, au calendrier, de 16 minutes et 40 secondes par jour; ceci est plus que le quart, c'est presque le tiers d'un jour, puisque seize minutes

et quarante secondes représentent six heures et quarante minutes. Une fois tous les 304 ans, la nouvelle lune recule d'une durée d'un jour, six minutes et quarante secondes à partir de la date de la première lunaison telle qu'elle est donnée dans le calendrier. Après 4 256 ans, d'après le calendrier, la lune sera appelée nouvelle quand elle est pleine. Après 7 904 ans, il y aura une erreur d'une lunaison complète, moins un petit moment de 8 minutes et 30 secondes. Cette erreur-là peut atteindre cent lunaisons. La première erreur réapparaîtra alors, puis les erreurs reviendront les unes après les autres et se suivront régulièrement et pour toujours. Les astronomes compétents savent parfaitement que toutes ces données correspondent à des faits. Bien plus, tous les computistes savent qu'il y a, ces temps-ci, une erreur de 3 ou 4 jours dans la lunaison et n'importe quel rustaud peut s'en apercevoir lui-même en regardant le ciel[1]. »

Quand il adressa au pape Clément IV une demande de réforme des erreurs scandaleuses du calendrier julien, Roger Bacon ne fut pas écouté. Cependant le travail de pionnier qu'il avait accompli dans ce domaine ne fut pas complètement inutile. Cent cinquante ans plus tard, le cardinal d'Ailly reprit les conclusions de Bacon, ainsi que celles de Grossetête et les incorpora dans un rapport sur le calendrier, qu'il présenta, lui aussi en vain, au concile de Constance en 1414-1418.

Au fil des ans, les erreurs apparaissaient de plus en plus flagrantes : à la fin du XVIe siècle, il y avait un décalage de dix jours au calendrier. Le pape Grégoire XIII se décida enfin à agir et, en 1582, un peu plus de trois siècles après les réformes proposées par Grossetête et Bacon, il fût décidé que la date du 5 octobre deviendrait le 15 octobre. Grégoire XIII supprima les années bissextiles séculaires, sauf

1. *Opus Majus*, t. I, p. 290-6.

celles dont le millésime est divisible par 400, créant ainsi le calendrier grégorien tel qu'il est encore utilisé. Le calendrier grégorien, qui laisse subsister une légère erreur d'un jour tous les 4 000 ans, est à l'heure actuelle en avance de 13 jours sur le calendrier julien.

Reprenant les idées scientifiques de son maître Robert Grossetête, Roger Bacon consacra un chapitre de l'*Opus majus* à la science expérimentale. « Je veux maintenant m'occuper des principes de la science expérimentale, car sans expérience, on ne peut rien savoir suffisamment. Il y a deux manières d'acquérir la connaissance : par le raisonnement et par l'expérience. Raisonner nous amène à tirer une conclusion que nous tenons pour certaine, mais raisonner ne retire pas le doute, et l'esprit ne reposera dans la lumière de la vérité que s'il l'acquiert par la voie de l'expérience. Nombreux sont ceux qui ont des preuves de ce qui peut être connu, mais, comme ils ne pratiquent pas l'expérience, ils ignorent les preuves et n'évitent pas plus ce qui est nuisible qu'ils ne suivent ce qui est bon [1]. »

Le maître des expériences : Pierre de Maricourt.

En réalité, Bacon ne mit pas toujours en pratique les principes de la science expérimentale tels qu'il les avait énoncés dans son *Opus majus* et il les ignorait certainement quand il parlait « des fenêtres de la vision réfractée ». D'ailleurs, il nous laisse clairement entendre qu'il ne se considérait ni comme le plus grand chercheur, ni comme le plus grand savant de son temps et c'est avec enthousiasme qu'il parle de Pierre de Maricourt qu'il appelle *Dominus experimentorum :* le maître des expériences. Si Pierre de Maricourt — Petrus Peregrinus — dont nous avons parlé au chapitre VI

1. *Opus Majus*, t. II, p. 583.

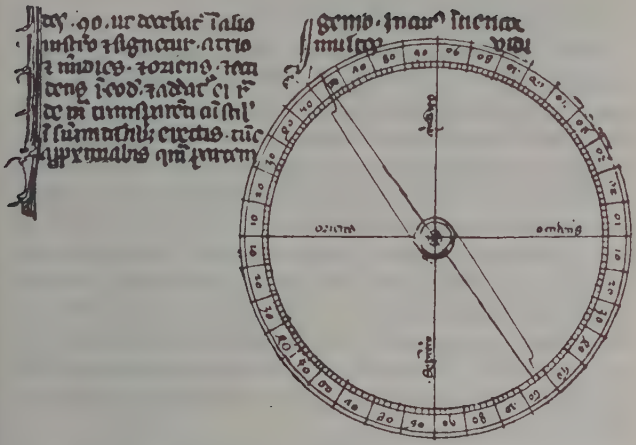
ne nous est pas inconnu, nous ne savons, toutefois, que très peu de chose sur la vie de ce savant remarquable qui fut le premier à avoir pratiqué scientifiquement la recherche expérimentale. Seuls deux documents nous permettent d'imaginer qui il était : l'ouvrage capital qu'il écrivit sur le magnétisme et la description que Roger Bacon nous a laissée de lui : « Je connais un homme, et un seul, dont on puisse faire l'éloge pour ses découvertes. Les discours et les joutes verbales l'intéressaient peu. Il poursuivit la sagesse et, en elle, il trouva la paix. Ce que les autres ne voient, avec effort, que vaguement et obscurément comme des chauves-souris au crépuscule, lui le voit au grand jour parce qu'il est le maître des expériences. C'est grâce à l'expérience qu'il a acquis la compréhension des choses naturelles, des choses médicales et chimiques et, à vrai dire, de tout ce qui est dans le ciel et sur la terre. Il a honte d'ignorer des choses que savent les illettrés, les vieilles femmes, les soldats ou les laboureurs. Il a donc observé très attentivement les opérations faites par ceux qui travaillent les minéraux de toutes natures. Il connaît tout de l'art de la guerre et de la fabrication des armes. Il s'est intéressé à l'agriculture, à l'arpentage et aux travaux de la ferme. Il a pris des notes sur les remèdes, les jeteurs de sort et sur les charmes utilisés par les vieilles femmes, les sorciers et les magiciens et sur les tours et les trucs des prestidigitateurs, pour que rien de ce qui mérite d'être examiné ne lui échappe et pour pouvoir démasquer les supercheries des charlatans. Son aide est indispensable pour qui veut mener la philosophie à sa perfection et l'utiliser avec profit, en toute confiance. Quant aux récompenses, il ne les cherche pas et n'en reçoit aucune. S'il fréquentait les princes et les rois, il n'aurait aucune peine à se faire offrir honneurs et richesses. S'il était à Paris, il proclamerait les résultats de ses travaux et le monde entier le suivrait. Mais ces deux occupations l'empêcheraient de poursuivre les

grandes expériences qui sont les délices de sa vie. Il continue donc d'ignorer richesses et honneurs, sachant que s'il le désirait, sa sagesse lui donnerait accès à la fortune [1]. »

Les louanges que Bacon décerne à Pierre de Maricourt sont entièrement justifiées. En août 1269, celui-ci adressait au Picard Suggerins de Foncaucourt des lettres (la dernière est datée du 8 août) sur le magnétisme : *Epistolae de magnete*, qu'il rédigea en Italie du Sud, alors qu'il prenait part au siège de Lucera avec l'armée du duc d'Anjou. Le texte de ces lettres est remarquable. Aucune autre étude marquante sur le magnétisme ne sera connue avant l'année 1600, soit 331 ans plus tard. C'est en effet à cette date que William Gilbert, l'un des docteurs de la reine Elisabeth, publia à Londres un ouvrage qu'il intitula *De magnete* en hommage à Pierre de Maricourt, ouvrage dans lequel il fait état des travaux de son illustre devancier.

Dans ses lettres sur le magnétisme, Pierre de Maricourt met l'accent sur l'importance, pour le travail du savant, de l'habileté manuelle. Ses observations sur les aimants débutent ainsi : « Il faut ... savoir se servir de ses mains afin qu'en manipulant cette pierre aimantée, on puisse produire des phénomènes remarquables. Grâce à une application soutenue, ... il pourra, en peu de temps, savoir corriger l'erreur au moyen de la philosophie naturelle et des mathématiques, ce qu'il ne pourrait jamais faire seul sans l'assistance de la main, eût-il toute l'éternité. Pour toutes sortes d'opérations invisibles, nous avons grand besoin du travail manuel, sans lequel nous n'accomplissons rien avec perfection. Cependant, nombreuses sont les choses qui sont assujetties aux lois de la raison, mais qui ne peuvent pas être examinées convenablement par la main [2]. »

1. *Grosseteste...*, p. 205.
2. *Histoire des Sciences de saint Augustin à Galilée, 400-1650*, p. 104.



Dessin de Pierre de Maricourt.

Pierre de Maricourt explique comment reconnaître les deux pôles de la boussole et il énonce la loi des attractions et des répulsions magnétiques. Il donne aussi une description remarquable d'une expérience réalisée avec un aimant brisé et ressoudé. Puis, il décrit un instrument capable de déterminer les azimuts des étoiles. Cet instrument, modèle amélioré du compas, est une boussole à flotteur, avec une ligne de foi et un cercle divisé en 360 degrés. « Avec cette boussole, vous pourrez vous diriger vers les villes, vers les îles ou vers n'importe quel endroit du monde[1]. » Il décrit aussi une boussole d'un type différent comprenant une aiguille mobile montée sur un pivot, à l'intérieur d'un boîtier fermé d'un couvercle en cristal et munie d'un cadran gradué et d'une alidade à double pinnule.

1. *Histoire des Sciences de saint Augustin à Galilée, 400-1650*, p. 104.

Le savoir au service des navigateurs.

Déjà connue des navigateurs européens du XIIe siècle, améliorée par les travaux de Pierre de Maricourt, cette boussole était bien plus précise que celle qu'utilisaient les Chinois, les premiers pourtant à avoir découvert les propriétés de l'aiguille aimantée. En travaillant au perfectionnement de la boussole, les savants occidentaux du XIIIe siècle ouvrirent la voie à la conquête des mers. La circumnavigation du continent africain et la découverte de l'Amérique furent également facilitées grâce aux cartes marines et aux tables trigonométriques assez simplifiées qui commencèrent à être utilisées par les navigateurs de cette époque, grâce encore au gouvernail d'étambot qui permettait une navigation bien plus précise que le gouvernail latéral des navires du monde antique.

La confiance inspirée prématurément par ces instruments et par une meilleure technique de navigation est à l'origine d'un des premiers grands voyages de découverte tenté au XIIIe siècle par deux navigateurs génois, les frères Vivaldi. Accompagnés de deux franciscains (l'ordre de Roger Bacon) ils quittèrent le port de Gênes pour atteindre les Indes par l'océan : *Ad partes Indiae per mare oceanum.* Voulaient-ils arriver aux Indes, par l'ouest, en traversant l'océan Atlantique? C'est peu probable, car ils traversèrent le détroit de Gibraltar, mirent le cap sur l'Afrique, et longèrent la côte africaine jusqu'au sud du cap Nun (28° 46 N). Mais, passé ce point, on ne sait plus rien de l'aventure des Vivaldi et il faudra attendre deux siècles pour que se réalise leur ambition. C'est Vasco de Gama qui le premier atteindra la côte des Indes le 20 mai 1498. Ce sont peut-être les écrits de Roger Bacon ainsi que les récits d'écrivains du monde antique qui encouragèrent Christophe Colomb à tenter son voyage vers l'ouest. En effet, il questionnait intensément les

œuvres du passé, à la recherche de preuves renforçant cette intuition : le monde est couvert par plus de terre que de mer. La Bible, pensait-il, confirmait cette opinion car il est écrit : « Six parts tu as asséchées. » Christophe Colomb conclut que les océans couvraient seulement un sixième de la surface du globe. Il lut les textes de Roger Bacon qui traitaient de ce sujet et qui étaient cités par le cardinal d'Ailly dans son ouvrage *Imago mundi* publié au début du XVe siècle et imprimé à Louvain en 1480. Dans une lettre adressée à Ferdinand et à Isabelle en octobre 1498, Christophe Colomb souligne l'influence de ces textes. Humboldt remarque que l'*Imago mundi* « joua dans la découverte de l'Amérique un rôle plus important que l'échange de correspondance avec le lettré florentin Toscanelli ».

Christophe Colomb dut particulièrement apprécier certains passages de Roger Bacon, car celui-ci se plaisait à démontrer par des preuves que la théorie de Ptolémée selon laquelle « la terre ne couvre qu'un sixième du monde », est fausse. « Aristote affirme que la mer est étroite entre la partie qui termine l'Espagne à l'ouest et le début de la côte orientale des Indes. Dans le Ve livre de son *Histoire naturelle*, Sénèque affirme que la mer est navigable, en très peu de jours, si le vent est favorable... A cette considération s'ajoute le poids d'un autre argument : dans son *IVe livre*, Esdras dit que six des parties de la terre sont habitables, mais que la septième est couverte par les eaux. Pour que nul ne soit tenté de dévaloriser cette affirmation en remarquant que le livre d'Esdras est apocryphe et l'autorité de l'auteur douteuse, nous certifions que les auteurs de ces textes ont utilisé des sources sacrées. Aristote savait plus de choses que Ptolémée, parce que, sur l'ordre d'Alexandre, il envoya 2 000 hommes pour examiner les choses de ce monde. Et Sénèque aussi, car l'empereur Néron, son élève, l'envoya pour la même raison, examiner les choses mystérieuses de

ce monde[1]. » Dans un autre passage, Bacon affirme une fois encore que « la mer qui s'étend entre l'extrémité de l'Espagne et le commencement des Indes n'est pas large ».

L'hypothèse selon laquelle les frères Vivaldi auraient cherché à rejoindre les Indes en traversant l'Atlantique se justifierait par la présence à bord des deux franciscains qui eux auraient pu connaître l'*Opus majus*. Pourtant, en 1278, Jérôme d'Ascoli, supérieur général des franciscains et futur pape sous le nom de Nicolas IV, avait pris des mesures de restriction contre les écrits de Roger Bacon. Ces mesures, une sorte de mise à l'index, furent sans doute accompagnées de la suppression de sa liberté de mouvement.

Les biographes de Roger Bacon se sont longuement interrogés sur les raisons qui auraient provoqué l'interdiction de l'*Opus majus* et autres écrits du franciscain anglais. Les expériences scientifiques de Roger Bacon auraient-elles été confondues avec la magie, la sorcellerie et l'astrologie? Lui reprochait-on d'avoir donné trop d'importance à l'enseignement d'auteurs païens, tel Averroès [2]? L'aurait-on accusé d'avoir dénoncé la corruption de l'Église et de la cour de Rome, et d'avoir critiqué les membres éminents d'autres ordres religieux? Était-il suspect de sympathies pour le mouvement de Joachim de Flore et accusé de s'être identifié aux « Spirituels »? Toutes ces hypothèses sont plausibles et expliqueraient cette condamnation de 1278, l'année qui suivit la proclamation d'Étienne Tempier rejetant les 219 erreurs et marquant ainsi la fin de l'effort de l'Église pour concilier la raison et la foi. La tentative de Roger Bacon qui, lui, avait voulu concilier la science et la foi, se soldait également par un échec. La voie qui mène au mysticisme des XIVe et XVe siècles était ouverte.

1. *Opus Majus*, t. I, p. 311-312.

2. Médecin et philosophe arabe du XIIe siècle, commentateur d'Aristote; ses doctrines philosophiques, qui tendaient au matérialisme et au panthéisme, furent condamnées par l'université de Paris (voir chapitre suivant).

9

Le poids des malheurs

(1300-1450)

Au cœur du XIIIe siècle, « l'invention médiévale » atteignit le sommet de son évolution ascendante. A ce point, la conjoncture changea et une série d'événements adverses vint contrarier le développement de la technologie. Parallèlement, la société occidentale décimée et appauvrie, perdait son dynamisme. Les lumières du XIIIe siècle s'assombrirent avec la condamnation de 1277 et l'intelligentsia se trouva soudainement hésitante devant les ténèbres qui annonçaient le déclin d'une grande époque. De 1315 à 1317, des famines d'une cruauté sans précédent ravagèrent l'Europe. C'est en 1337 que débuta la guerre de Cent Ans et que la première grande faillite bancaire secoua l'économie européenne. Une dizaine d'années plus tard, de 1347 à 1350, la Peste noire décime l'Occident. Avant la fin du siècle, à partir de 1378, certains pays d'Europe sont le théâtre de révoltes populaires dont les plus célèbres furent celles des Ciompi à Florence et de Wat Tyler en Angleterre.

Crise de la chrétienté.

Le Grand Schisme commença à miner l'unité du monde chrétien dominé à une certaine époque simultanément par trois papes dont on ne sait lequel est le vrai. Dès 1277 la liste des 219 « erreurs exécrables » avait montré à quel point l'université de Paris subissait l'emprise de la philosophie

grecque et arabe qui, dans bien des domaines, semblait incompatible avec le christianisme. La création du monde, l'immortalité de l'âme et l'existence du libre-arbitre furent remises en question. Dans les discussions d'intellectuels Dieu ne sembla plus être le centre de l'univers. La glorification de la théologie fit place à la glorification des philosophes. L'Écriture sainte fut soupçonnée de contenir des inexactitudes.

Conséquence directe de cette condamnation, certains philosophes averroistes responsables des attaques contre les dogmes durent quitter Paris et allèrent vivre à Padoue où ils poursuivirent leur enseignement. Ainsi Siger de Brabant, le porte-parole de la doctrine d'Averroès, condamné comme hérétique, s'enfuit-il en Italie. Dante l'a immortalisé dans *la Divine Comédie* où il le place en compagnie de douze âmes d'élite, parmi lesquelles Thomas d'Aquin dont la doctrine avait également été critiquée en 1277. « Celui d'où ton regard revient vers moi est la lumière d'un esprit qui, dans ses pensées austères, trouvait que la mort était bien lente. C'est la lumière éternelle de Siger qui, lorsqu'il enseignait à la rue du Fouarre, démontra par ses syllogismes des vérités qui le firent haïr [1]. »

Si certains situent la séparation de la philosophie et de la théologie, comme le point de départ de la science moderne, d'autres y voient le moment où la religion chrétienne dévia vers le mysticisme sentimental. Selon le mot d'Émile Mâle : « à la foi succède la dévotion ». C'est le temps d'un dolorisme exacerbé, d'où naissent les déviations aberrantes accompagnées d'exercices d'ascèse sans modération.

Aux Pays-Bas et en Allemagne rhénane, les manifestations extérieures de mysticisme, parfois accompagnées d'hystérie collective, furent plus nombreuses que partout ailleurs en

1. Dante, Paradis X, v. 133-138.

Europe. Les horreurs de la Peste noire et ses séquelles donnèrent naissance aux groupes des Flagellants qui organisaient des processions et des séances de flagellation publique. Un contemporain décrit la scène qu'il vit à Londres : « En 1349, aux environs de la Saint-Michel, plus de six cents hommes venant principalement des Flandres, arrivèrent à Londres. Ils se montraient en public deux fois par jour, tantôt à Saint-Paul, tantôt en d'autres lieux de la cité. Ils étaient presque nus, ne portant qu'un morceau d'étoffe couvrant leur corps des cuisses aux chevilles. Chacun avait la tête couverte d'un bonnet marqué devant et au dos d'une croix rouge et chacun portait dans sa main droite un fouet à trois queues. Ces queues avaient un nœud qui dans certains cas était lardé de clous pointus. Ils marchaient nus les uns derrière les autres, en fouettant leur corps ensanglanté. Quatre psalmodiaient une litanie à laquelle un autre groupe de quatre répondait en leur langue maternelle [1]. »

La sorcellerie.

Le développement du mysticisme éveilla en Europe un intérêt passionné pour les pratiques étranges de la sorcellerie et pour les sciences occultes : géomancie, hydromancie, chiromancie, nécromancie, alchimie et astrologie. L'occultisme sous toutes ses formes se répandit avec une intensité alarmante et la répression qui suivit fut à la fois brutale et irrationnelle. Le premier astrologue condamné au bûcher est Cecco d'Ascoli brûlé vif comme hérétique et relaps à Florence en 1327. Si l'Inquisition ne condamna que quelques astrologues, elle poursuivit sans répit, tortura et brûla vives des centaines de femmes accusées de sorcellerie.

1. W. O. Hassal, *They Saw it Happen, 55 B.C.-A.D. 1485*, Basil Blackwell, Oxford, t. I, 1973, p. 156.

La sorcière est, par définition, une femme qui a conclu avec le Diable un pacte d'alliance afin « d'établir son royaume sur la terre » et celui qui se déclare un adorateur du Diable est un hérétique. « C'est seulement à partir du XIVe siècle que l'Église comprit le danger représenté par les sectes de sorcières [1]. » L'Église reconnut les sorcières mais non les sorciers puisqu'il était admis que les femmes pactisaient plus volontiers avec le Diable. La raison de cette prédilection tenait au fait que : « c'est le désir charnel qui est la source de toute sorcellerie et le désir charnel des femmes est insatiable [2] ». Car, selon deux inquisiteurs du XVe siècle, dont l'un se vante d'avoir brûlé vives quarante-huit sorcières en 5 ans : « Il y a trois choses qui ne sont jamais satisfaites, que dis-je, il y en a une quatrième qui ne dit jamais 'assez', c'est le ventre des femmes [3]. »

C'est le désir refoulé des filles sans mari qui les fait souvent accuser de sorcellerie par leurs amants ou par les épouses de ces amants : « Les filles qui ont été corrompues, puis délaissées par leurs amants après avoir forniqué afin d'obtenir une promesse de mariage, déçues dans leurs espoirs et partout méprisées, cherchent aide et protection auprès du Diable. Elles veulent se venger en ensorcelant leurs amants et leur épouse, ou se procurer pour elles-mêmes tous les plaisirs de la débauche. Hélas, l'expérience nous apprend que ces filles sont très nombreuses. En conséquence, les sorcières issues de cette classe de femmes sont innombrables [4]. »

Bien des hommes devenus impuissants, sans raisons apparentes, accusaient leurs maîtresses de les avoir ensorcelés.

1. H. Institoris et J. Sprenger, *Le Marteau des sorcières*, présentation et traduction A. Danet, Plon, 1973, p. 208.
2. *Ibid.*, p. 136.
3. *Ibid.*, p. 200.
4. *Ibid.*, p. 313.

Nos deux inquisiteurs consacrent plusieurs chapitres de leur manuel de démonologie, le *Malleus maleficarum* à ces problèmes et proposent des remèdes. Au chapitre II, ils donnent des conseils à ceux qui ont vu leur virilité limitée par la sorcellerie. Au chapitre IV, ils prescrivent des remèdes aux malheureux que l'art des charlatans aurait privé de leur membre viril, ou qui se seraient vus transformés en bêtes. Mais que font les sorcières avec les membres qu'elles ont su si habilement escamoter? « ... parfois, elles collectionnent un grand nombre d'organes sexuels mâles, trente ou quarante, rassemblés dans un nid d'oiseau ou enfermés dans une boîte où ils se meuvent comme s'ils étaient vivants et mangent de l'avoine et du blé... Cela a été vu par de nombreux témoins et c'est une affaire communément rapportée... Un certain bonhomme qui avait perdu son membre alla voir une sorcière connue, espérant se le faire restituer. La sorcière ordonna au plaignant de grimper dans un arbre et d'y prendre dans un nid, parmi d'autres, le membre qui lui conviendrait le mieux. Comme il tâchait d'en choisir un grand, la sorcière lui dit : ne prenez pas celui-là, il appartient à un curé de paroisse [1]. » On aimerait pouvoir apprécier l'humour de ces passages, mais si humour il y a, il était macabre, car tout un chapitre est consacré aux tortures réservées aux accusées. Hélas, l'acharnement zélé des inquisiteurs ne fut pas le seul mal à s'abattre sur les populations médiévales et les sorcières ne furent pas les seules malheureuses victimes de ce temps. La guerre, la famine, la peste allaient en faire des milliers d'autres

Les croisades.

Si la « croisade des cathédrales » qui avait rassemblé sous une même bannière la hiérarchie ecclésiastique, les

1. *Le Marteau des sorcières*, p. 363-4.

mécènes bourgeois et les travailleurs vit son élan se ralentir à partir du milieu du XIIIe siècle, l'élan qui mena les croisés jusqu'en Terre sainte faiblissait également. Certains historiens ne veulent voir dans les croisades, cette expansion européenne outre-mer dirigée principalement par des Français, qu'une entreprise impérialiste. Au XIIIe siècle, l'enthousiasme pour une telle cause était tombé. En Europe, l'amélioration du niveau de vie découragea les aventures lointaines. Ceux qui étaient revenus d'expéditions se souvenaient de sanglantes batailles et calculaient leurs risques d'être tués ou faits prisonniers. François d'Assise n'avait-il pas prêché qu'il valait mieux convertir les païens que les tuer? Après tout, l'infidèle était aussi un être humain. Déjà en 1248, le roi Saint Louis, un monarque profondément religieux, avait difficilement convaincu ses sujets, qui l'étaient moins, de l'opportunité d'une nouvelle croisade. Le désastre qui suivit (des milliers de morts, l'armée et le roi faits prisonniers) montra clairement les dangers d'une autre expédition armée au Moyen-Orient, ce qui n'empêcha pas le roi de se croiser à nouveau en 1270.

Louis IX, un idéaliste, dut acheter le bon vouloir de ses vassaux et promettre des avantages matériels à ceux qui voudraient bien le suivre en Terre sainte. Le chroniqueur Joinville, qui était l'ami et le confident du roi, préféra rester en France pour s'occuper de ses sujets et excusa son manque d'enthousiasme de la façon suivante : « ... A cela, je répondis que, tandis que j'avais été au service de Dieu et du Roi outre-mer, et depuis que j'en revins, les sergents du roi de France et du roi de Navarre m'avaient détruit et appauvri mes gens, tellement que le temps ne serait jamais où moi et eux n'en valussions pis. Et je leur disais ainsi que si je n'en voulais faire au gré de Dieu, je demeurerais ici pour défendre mon peuple [1]. »

1. Joinville, *Histoire de saint Louis*, Hachette, Paris, 1931, p. 306.

La société occidentale voit alors son dynamisme décliner. L'Islam reprend l'offensive. Saint-Jean-d'Acre, la seule place-forte restante en Syrie, tombe en 1291 et les derniers croisés abandonnent les territoires qu'ils occupaient depuis la fin du XIe siècle. Les Turcs ottomans s'emparent des vestiges de l'Empire byzantin, pénètrent en Europe orientale, envahissent une grande partie des Balkans, menaçant la Hongrie et la Pologne. L'Europe se retrouve sur la défensive.

Les famines.

Une autre calamité pesait sur le monde occidental : les changements climatiques. Si un climat favorable avait aidé à son développement durant sa période de croissance, l'Europe connut ensuite des conditions hostiles qui affectèrent gravement son économie. La température moyenne s'abaissa et les pluies augmentèrent. Les famines qui ravagent actuellement certaines régions d'Afrique sont la conséquence de mutations climatiques semblables.

En l'espace de trois ans, de 1315 à 1317, de l'Écosse à l'Italie, des Pyrénées aux plaines de la Russie, l'Europe fut aux prises avec des conditions climatiques effroyables, qui sont à l'origine de la dépression économique de la fin du Moyen Age. Elle durera jusqu'à la Renaissance, soit plus de cent cinquante ans. Si jusque-là, le déclin avait été invisible aux yeux des contemporains (certaines régions d'Europe étant, il est vrai, moins affectées que d'autres), au début du XIVe siècle, plus personne ne pouvait en ignorer les effets.

Les grandes famines avaient pratiquement disparu; celles qui sévirent en 1125 et en 1197 n'étaient pas à l'échelle du continent. Dans la France du XIIIe siècle, seule l'Aquitaine connut la faim en 1235. Cependant, quand une moisson avait été insuffisante, faire la jointure était souvent difficile. Les famines de 1315-1317 furent d'une cruauté qui atterra

les Européens. Elles commencèrent pendant l'été de 1314, avec des pluies torrentielles qui noyèrent les moissons dans les plaines du Nord-Ouest. Le prix du blé et d'autres produits alimentaires monta brusquement. Devant l'inflation grandissante, le roi fut contraint le 21 janvier 1315, d'établir un contrôle des prix du bétail et de la volaille. Les baillis chargés de fixer des prix maximaux et de les faire respecter échouèrent. La hausse ignora les ordres royaux.

Les pluies qui s'abattirent sur la France à la mi-avril 1315 et sur l'Angleterre à partir du 11 mai furent plus violentes encore que celles de l'année précédente. Il plut durant tout l'été et tout l'automne de 1315. Les moissons furent perdues. Si ce déluge empêcha l'armée française littéralement noyée dans la boue des Pays-Bas, d'envahir les Flandres, ceux que la mort épargna sur le champ de bataille moururent, l'année suivante, de la faim et des maladies de la sous-alimentation. Plus de 2 600 personnes soit 10 % de la population périrent à Ypres entre le 1er mai et le 1er septembre 1316. Le nombre des décès s'éleva jusqu'à 190 par semaine, contre 15 ou 16 en temps normal. Seule Bruges, qui était alors un port, réduisit le taux de la mortalité à 5,5 % grâce à l'importation rapide de blé.

L'abbé de Saint-Martin de Tournai décrit les misères du temps dans sa chronique de la famine en Flandres : « ... en raison des pluies torrentielles et du fait que les biens de la terre furent récoltés dans de mauvaises conditions et détruits en maints endroits, il se produisit une disette de blé et de sel... les corps commencèrent à s'affaiblir et les infirmités à se développer... il mourait chaque jour tant de personnes... que l'air était pour ainsi dire corrompu... de pauvres mendiants mouraient... en grand nombre dans les rues, sur les fumiers [1]... ».

1. *Textes et Documents d'histoire du Moyen Age XIVe-XVe siècles*, éd. J. Glenisson et J. Day, SEDES, Paris, 1970, p. 8-9.

Il nous a paru intéressant d'insérer ici les chiffres obtenus par les économistes qui ont étudié le rendement annuel des semailles de 1209 à 1350, dans cinquante domaines de l'évêché de Winchester. Le rendement moyen était alors de 3,83 fois la semence. En 1315, il tombe à 2,47 (— 35,77 %) et en 1316, il est de 2,11 (— 44,91 %). En 1317, malgré une légère progression, il reste encore en dessous de la moyenne (— 13,05 %). C'est seulement en 1318, que le rendement des semailles est à nouveau en hausse, à 5,07 (+ 32,38 %). La hantise de la disette s'est éloignée et l'Europe se remet lentement.

Quand il y avait des variations extrêmes de température au cours des saisons de l'année, les baillis notaient leurs observations climatiques, dans les registres de comptes manoriaux. Le tableau ci-dessous montre que durant les années de famine, il y eut huit périodes successives de grande pluie [1].

Année	Différence	Été précédent	Automne précédent	Hiver	Été
1315	— 35,77	inondation	long et très humide	inondation	très humide
1316	— 44,91	très humide	long et très humide	inondation	inondation

Ce document explique les scènes d'horreur qui se déroulèrent dans certains pays. « En Irlande, la misère se prolongea jusqu'en 1318 et fut particulièrement tragique : les affamés déterraient les cadavres des cimetières. Des parents mangèrent leurs enfants... Dans les pays slaves, telles la Pologne et la Silésie, famines et épidémies duraient encore en 1319 et il y eut des exemples de cannibalisme... Les parents tuèrent leurs enfants et les enfants leurs parents. Les corps des condamnés à la potence étaient enlevés avec avidité [2]. »

1. J. Titow, « Evidence of Weather in the Account Rolls of the Bishopric of Winchester, 1209-1350 », *Economic History Review*, 2e ser., t. XII, 1959-60, p. 403.

2. H. S. Lucas, « The Great European Famine of 1315, 1316 et 1317 », *Speculum*, t. V, 1930, p. 376.

La peste.

Ces misères ne furent rien à côté des horreurs qui escortèrent la peste, dont l'épidémie se propagea avec une rapidité d'autant plus grande que la sous-alimentation avait affaibli la résistance physique des Européens.

L'épidémie avait été introduite en Europe par des marchands génois mis au contact de cadavres contaminés qui « tombèrent du ciel ». En 1347, des Génois étaient assiégés par les Tartares dans le port de Tana en Crimée. Atteints de la peste, les Tartares décidèrent qu'avant de battre en retraite, ils tâcheraient de transmettre l'infâme maladie aux chrétiens. A l'aide de catapultes géantes, ils lancèrent dans le camp ennemi des lambeaux de cadavres contaminés. L'entreprise réussit. Les Génois porteurs de bacilles, regagnèrent leurs navires, firent voile vers la côte d'Italie où ils allumèrent les premiers foyers de l'épidémie.

De toutes les maladies contagieuses, la peste est le fléau le plus meurtrier. Trois grandes épidémies ont été enregistrées, la troisième étant encore endémique dans le monde actuel. La première pandémie ravagea le Moyen-Orient et l'Empire byzantin au VIe siècle, l'Europe occidentale au VIIe et au VIIIe siècle. La seconde, ou Peste noire, débuta au XIVe siècle et s'acheva au XVIIe siècle, avec la Grande Peste de Londres en 1655. Depuis le XVIIIe siècle, les grandes épidémies de peste n'ont pas réapparu en Europe, dans la mesure où les rats porteurs du virus sont moins nombreux. La troisième épidémie commença au Yun-Nan en 1892 et atteignit Bombay en 1896 : « En Inde seule, cette épidémie aurait fait plus de six millions de morts. En 1910, une brève incursion en Angleterre (Suffolk) ne fit que quelques victimes. Récemment, la peste réapparut aux Açores et dans certains pays d'Amérique latine. Cette épidémie n'a pas

épuisé son cours [1]. » La peste est encore endémique en Ouganda, en Arabie, au Kurdistan, au nord de l'Inde et dans le désert de Gobi.

Dans l'introduction du *Décaméron*, Boccace a brossé un tableau saisissant de la Peste noire et de ses ravages dans la société médiévale : « Ajouterai-je que les citoyens se fuyaient l'un l'autre et que nul n'avait souci de son voisin ? Le désastre avait jeté tant d'effroi au cœur des hommes et des femmes que le frère abandonnait le frère, l'oncle le neveu, la sœur le frère, souvent même la femme le mari... les pères et mères comme si leurs enfants n'étaient plus à eux, évitaient de les aller voir et de les aider... Certains expiraient de jour ou de nuit sur la voie publique ; et beaucoup d'autres, bien que morts à domicile, transmettaient d'abord aux voisins l'annonce de leur décès par l'odeur infecte de leur chair corrompue... Puis, on faisait venir les cercueils. Et si l'appel restait sans effet, on disposait les corps sur un carré de bois. Plus d'une caisse servit au commun transport de deux ou trois... mari et femme, deux ou trois frères, père et fils ou tel couple de ce genre. Mais les malheureux n'étaient point, pour autant, honorés de larmes, de luminaires ou de cortège. L'événement devenait si banal qu'on ne se souciait pas plus de leur disparition qu'on ne prendrait garde aujourd'hui à celle des chèvres [2]... »

Le mal se répandit partout ; à la fin de 1348 il décimait les îles de la Méditerranée, l'Italie, l'Espagne, la France et le Sud de l'Angleterre ; en 1349, l'Allemagne, l'Europe centrale, les Flandres et le Nord de l'Angleterre. Les pays baltes et scandinaves, l'Écosse furent atteints à la fin de 1350. Seuls la Bohême, une partie de la Pologne, certaines vallées des Pyrénées et le Hainaut furent moins touchés. Dans tous les domaines de l'activité et dans toutes les classes

1. P. Ziegler, *The Black Death*, Collins, London, 1969, p. 25.
2. Boccace, *Le Décaméron*, 1re journée, introduction.

sociales, les conséquences de cette catastrophe furent incalculables, mais elles ne firent souvent qu'accentuer des tendances déjà existantes.

Ainsi, le taux de la natalité était décroissant avant même la baisse spectaculaire provoquée par l'épidémie. Dans l'aristocratie, la seule classe sociale qui ait laissé des documents assez nombreux, le nombre moyen d'enfants par couple diminua. L'index de croissance de la population (122 de 1150 à 1200; 113,5 de 1200 à 1250; 105,8 de 1250 à 1300) confirme cette tendance décroissante de la fécondité.

Ce sont les statistiques de la petite ville toscane de San Gimignano qui illustrent le mieux la cassure de l'évolution démographique avant et après la Peste noire. Le tableau ci-dessous donne le nombre de feux et d'habitants enregistrés à des dates s'échelonnant de 1277 à 1551 dans la ville et dans la campagne environnante. Les chiffres montrent que le nombre de feux dans la cité, entre 1277 et 1332, passe de 1 331 à 1 687, mais que la population ne s'accroît que de 500 habitants, 8 000 à 8 500. Dans la campagne, de 1290 à 1332, la population diminua de 20 % et les feux de 4 %. Avec l'arrivée de la peste, le nombre d'habitants et le nombre des feux diminuent dramatiquement. De 1332 à 1350, San Gimignano voit disparaître 59 % de ses feux et 70 % de ses habitants, la campagne environnante 45 % de ses feux et 55 % de sa population [1].

	1277	1290	1332	1350	1427	1551
Ville	1 331 (6)		1 687 (5)	695 (3 ½)	314 (4)	401
Campagne		891 (6)	852	468 (4)	250 (7)	461

San Gimignano, nombre de feux (entre parenthèse le nombre approximatif d'habitants par feu).

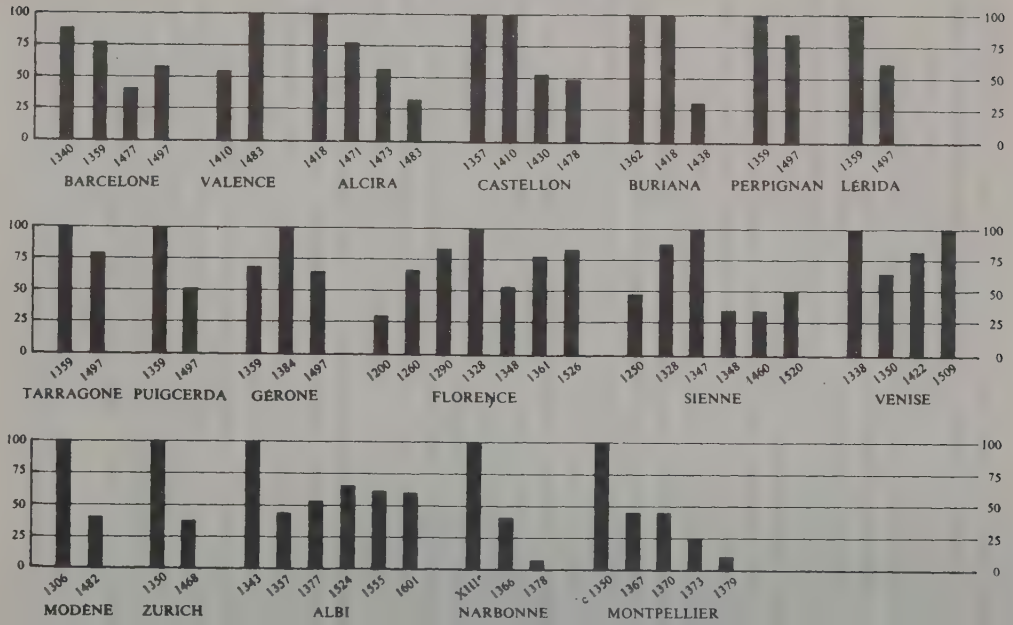
1. E. Fiumi, *Storia economica e social di San Gimignano*, Florence, 1961, p. 171-173.

Ces chiffres sont très élevés car ils tiennent compte, non seulement du déclin démographique, mais aussi des ravages dus à l'épidémie de 1340 et à la famine de 1347. Mais, c'est la Peste noire qui fut la plus exigeante en vies humaines et les historiens admettent qu'en Europe la ponction démographique représente 33 % à 40 % de la population totale et que le pourcentage des morts fut plus élevé dans les villes qu'à la campagne. En Europe, le niveau démographique ne retrouva son palier d'avant la Peste noire qu'au tournant du XVIe siècle. En 1417, San Gimignano avait 314 feux, 14 % de la population de 1332. En 1552, la ville n'avait encore que 25 % des feux qu'elle avait eus en 1332.

Le graphique[1] (p. 202) montre l'évolution démographique de 18 cités européennes. En 1509, Venise est la seule ville qui ait retrouvé sa population du début du XIVe siècle. En 1526, Florence n'avait retrouvé approximativement que 80 à 85 % de sa population de 1328. Albi, en 1601, avait moins de 55 % des habitants qu'elle avait eus en 1343. Par milliers, dans les campagnes de l'Occident, des communautés humaines et des villages entiers disparurent. Grâce à la photographie aérienne, on a pu retrouver, particulièrement en Angleterre, l'emplacement des villages désertés au Moyen Age. Les photos prises par avion, et sous un certain angle, font apparaître très nettement le plan de ces villages avec leurs rues et leurs maisons restées jusqu'alors invisibles à l'observation au niveau du sol. En 1968, 2 263 villages désertés avaient été repérés et ce nombre s'élèvera quand tous les comtés auront été systématiquement photographiés. Sur une carte d'Angleterre où l'emplacement de chaque village déserté est marqué par un point, les Midlands et le Nord-Est sont les régions où la densité des points est la

1. R. S. Lopez et H. A. Miskimin, « The Economic Depression of the Renaissance », *Economic History Review*, 2e ser., t. XIV, 1962, p. 418.

Évolution démographique de 18 cités européennes.



plus forte. Près de 20 % des villages disparurent, mais le pourcentage varie ainsi : 25 % dans le comté d'Oxford, 18 % dans celui de Northampton. En Allemagne, le nombre des villages abandonnés est encore plus élevé qu'en Angleterre. Parmi les 170 000 villages enregistrés après l'année 1300, 40 000 disparurent au cours des deux siècles suivants, soit un pourcentage de 23 %. Dans la Hesse, la proportion est de 44 %. Ces chiffres sont valables pour l'Allemagne dans ses frontières de 1933. En Sardaigne et en Sicile, 50 % des villages disparurent.

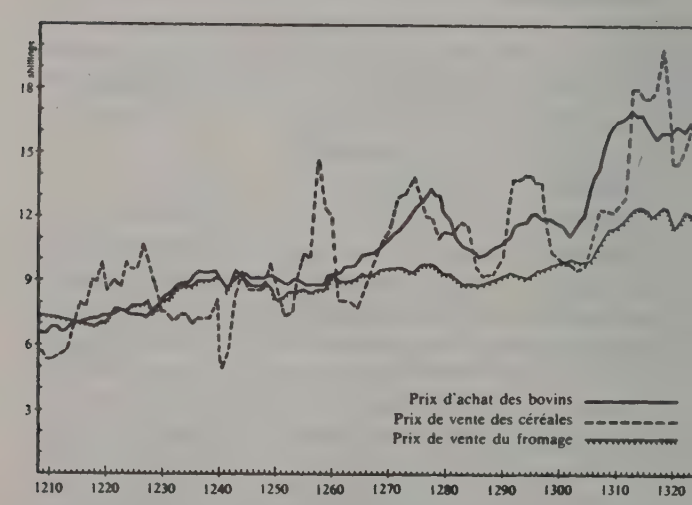
Indépendamment de la situation démographique, des facteurs économiques joueront également un rôle dans le dépeuplement des villages. L'exploitation trop intensive épuisa la fertilité du sol. Les terres qui furent ultérieurement ouvertes à la culture étant beaucoup moins fertiles, leur productivité resta faible. Les paysans quittèrent ces régions et les villages se dépeuplèrent. La peste ne fit qu'accélérer la fuite vers des campagnes plus accueillantes.

Une heureuse conséquence : la hausse du niveau de vie de certains groupes sociaux.

La peste fut la cause de l'amélioration du niveau de vie des survivants. La raréfaction de la main-d'œuvre disponible encouragea les revendications des travailleurs agricoles et urbains. Pour une fois, les défavorisés se trouvaient devant une conjoncture économique favorable aux revendications. Après la crise de 1315-1317, les salaires avaient déjà été augmentés. Les propriétaires fonciers ne purent pas refuser d'autres augmentations puisque le paysan et sa famille pouvaient aisément aller travailler sur un autre domaine. Quant aux ouvriers, il leur fut enfin possible de proposer leurs services au plus offrant. Le manque de main-d'œuvre favorisa particulièrement les ouvriers non spécialisés. L'écart entre

leurs salaires et ceux d'autres catégories d'ouvriers diminua alors considérablement.

A l'époque de la Peste noire, le prix du blé avait augmenté brusquement. Mais, au cours des cent cinquante années suivantes, le prix moyen des céréales baissa, car le déclin de la population tendit à égaliser l'offre et la demande. L'épidémie de 1315-1317 avait déjà causé une baisse des prix céréaliers (dans le second quart du XIVe siècle) : à Caen, le blé valait en 1428 la moitié de ce qu'il avait valu en 1270. En revanche, le prix du vin et du bétail ne baissa pas dans les mêmes proportions. En Angleterre, de 1350 à 1450, le prix du bétail diminua en moyenne de 11 %, mais le beurre, un



Prix des bovins, des céréales et du fromage 1208-1325. (M. M. Postan, *The Medieval Economy and Society*, Weidenfeld and Nicolson, London, 1972, p. 242.)

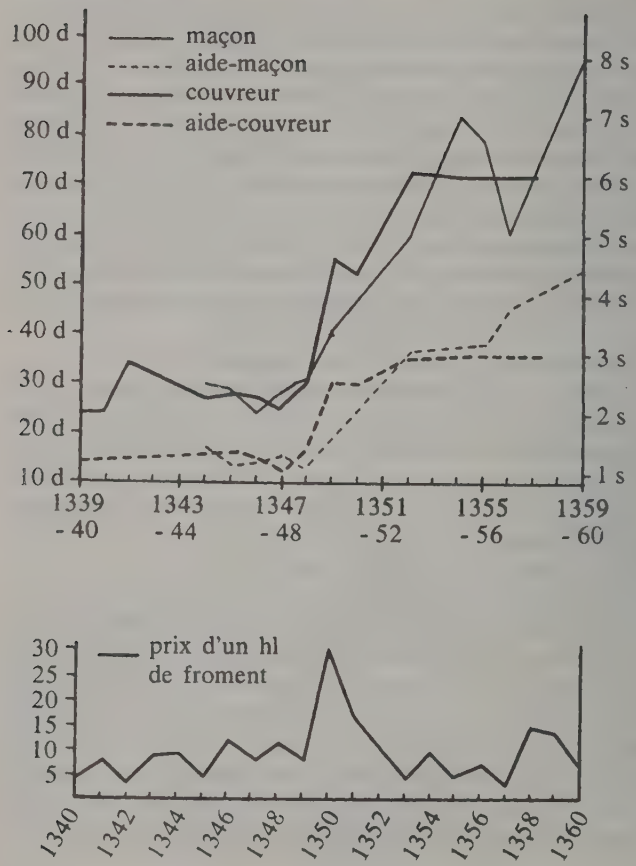
produit relativement rare, augmenta. Les prix industriels tombèrent également, à l'exception du prix du fer, très recherché pour fabriquer les armes et les canons nécessaires aux armées presque toujours en guerre.

La baisse générale des prix au XIVe et au XVe siècle contraria la tendance à la hausse qui avait été dominante, au XIIe et au XIIIe siècle, dans presque tous les secteurs. Le graphique ci-contre montre les fluctuations du prix des bovins, des céréales et du fromage, en Angleterre de 1208 à 1325. Le prix des bovins augmenta de 250 % et celui des céréales de 200 %. La hausse soudaine du prix de vente des céréales en 1315-1317, les années de famine sont clairement indiquées par le mouvement de la courbe en pointillé.

Les deux graphiques suivants montrent les fluctuations relatives des salaires journaliers dans le bâtiment, et du prix du froment, à Paris, de 1340 à 1360. La courbe des prix du froment atteint son point le plus élevé en 1350. Si nous comparons le mouvement des courbes sur ces deux graphiques, nous constatons que les ouvriers conservèrent les augmentations de salaire qu'ils avaient obtenues au moment où les céréales étaient extrêmement chères en ville.

En France, en Espagne, en Angleterre, de 1349 à 1351, les autorités établirent des statuts rigoureux et détaillés pour contraindre les travailleurs à accepter les salaires qu'ils touchaient avant la peste. Mais, ce fut en vain, car « les paysans étaient si excités et si endurcis qu'ils ne tenaient aucun compte des ordres du roi. Pour les décider à travailler, il fallait leur promettre ce qu'ils voulaient et pour ne perdre ni sa moisson, ni sa récolte de fruits, il fallait satisfaire les exigences les plus invraisemblables des travailleurs [1] ».

1. *They Saw it happen...*, p. 155-156.



Salaires journaliers dans le bâtiment et prix du froment à Paris, 1340-1360 (B. Geremek, *Le Salariat dans l'artisanat parisien aux XIIIe et XVe siècles*, p. 123).

La situation sociale, telle qu'elle est décrite par le poète John Gower, vers 1375, est lourde de menaces : « Tout va de mal en pis en ce bas monde : bergers et vachers exigent pour leur labeur plus que le bailli acceptait autrefois pour lui même. Pour mener à bien une affaire, il faut payer la main-d'œuvre cinq ou six shillings, alors qu'elle en valait deux il n'y a pas si longtemps... Ah, quelle époque!... Les pauvres et le petit peuple s'habillent mieux que leurs maîtres. Bien plus, ils s'attifent de beaux vêtements de toutes les couleurs. Si ce n'était pour flatter leur vanité ou pour leurs affaires personnelles, ils se contenteraient de toile grossière comme au bon vieux temps... Ah, quelle époque!... Je vois des pauvres plus hautains que leurs seigneurs. Chacun tire à soi ce qui lui plaît [1]. »

Émeutes paysannes.

Si l'esprit de contestation était relativement nouveau en Angleterre, en Europe continentale, depuis un siècle déjà, il avait provoqué bien des émeutes sanglantes. En Flandres, au cours de la seconde moitié du XIIIe siècle, les ouvriers du textile s'étaient révoltés à plusieurs reprises. L'Europe du XIVe siècle, particulièrement de 1378 à 1381, allait être le théâtre de toute une série de soulèvements révolutionnaires. Les plus importants furent celui des Ciompi à Florence et la Révolte des travailleurs en Angleterre. Ces mouvements trahissent le malaise de la société à la fin du Moyen Age. L'idéal socialiste, et même communiste, que professèrent les chefs de ces mouvements était nouveau en Europe occidentale. Si ces chefs ne parvinrent pas à imposer leur idéologie pour plus de quelques semaines, voire quelques jours, ils ont l'honneur d'avoir été, pour ainsi dire, les premiers révo-

1. Gower, *Miroer de l'omme*, vv. 26437 a 26529, *Complete Works*, éd. G. C. Macaulay, Oxford, 1899, vol. I.

lutionnaires et les porte-drapeau des révolutions futures.

En 1381, John Ball, un prêtre rural prêchait la révolte depuis 1362 et se déplaçait de lieu en lieu dans les comtés de l'Est de l'Angleterre, du Yorkshire à l'Essex. Comme les révolutionnaires modernes, il écrivait des tracts qu'il faisait circuler. Il proclamait l'égalité des hommes et demandait la confiscation des terres de l'Église pour les distribuer aux paysans pauvres. Doctrine subversive qui lui valut de fréquents séjours en prison. Enfermé pour la dernière fois à Maidstone le 21 avril 1381, il fut libéré six semaines plus tard par une armée d'insurgés qui marchaient sur Londres. Le soir du 12 juin, ils campèrent à Blackheath, et c'est le lendemain que John Ball aurait prêché son fameux sermon sur le thème de l'inégalité. « Lorsque Adam bêchait et qu'Ève filait, où était le gentilhomme [1] ? » Les contemporains reconnurent le rôle qu'il joua dans la rébellion. « Bonnes gens, les choses ne peuvent pas bien aller et n'iront pas bien en Angleterre tant que les biens ne seront pas mis en commun, tant qu'il y aura des vilains et des gentilshommes et que nous ne serons pas tous égaux. Pourquoi ceux que nous nommons seigneurs sont-ils plus grands maîtres que nous ? Nous venons tous d'un seul père et d'une seule mère, Adam et Ève. En quoi peuvent-ils dire et montrer qu'ils sont mieux seigneurs que nous, sauf parce qu'ils nous font cultiver et labourer ce qu'ils dépensent ? Ils sont vêtus de velours et nous de pauvres étoffes ; ils ont les vins, les épices et les bons pains, nous avons le seigle, le son et la paille et nous buvons de l'eau ; ils se reposent en de beaux manoirs et nous avons la pluie et le vent dans les champs, et il faut que de nous et de notre labeur, vienne ce dont ils vivent [2]... »

1. Cité dans M. Mollat, P. Wolff, *Ongles bleus, Jacques et Ciompi. Les révolutions populaires en Europe aux XIVe et XVe siècles*, Calman-Lévy, Paris, 1970, p. 194.
2. Froissart, *Chroniques*, livre II, chap. 106.

Du 13 au 15 juin 1381, un autre meneur nommé Wat Tyler marcha sur Londres et conduisant une troupe de mécontents libéra les prisonniers enfermés à Newgate et incendia les maisons de certains riches bourgeois. Après avoir décapité l'archevêque de Cantorbéry et fait une partie de ballon avec sa tête sanglante, Tyler et ses hommes obtinrent du roi Richard II lui-même, la promesse de réformes sociales. Une petite troupe se sépara alors du gros de l'armée et se dirigea vers l'abbaye de Saint-Albans : « pour y voir se réaliser des désirs légitimes, mais perpétuellement réprimés : définitions de nouvelles limites municipales, reconnaissance de la liberté de pâture et du droit de pêche, remise en vigueur d'anciens droits de chasse, rétablissement des moulins à bras, exclusion hors des limites de la ville des libertés du bailli, paiement de garanties faites à leurs représentants par feu l'abbé Richard de Wallingford [1]. » On se souvient de ce religieux autoritaire, inventeur de la fameuse horloge qui, en 1326, fit paver le cloître de l'abbaye avec les meules des moulins « pour humilier les gens du commun ». Les habitants de Saint-Albans allaient maintenant se venger de l'humiliation infligée par l'abbé un demi-siècle auparavant. « Ils entrèrent dans le cloître, arrachèrent les meules scellées dans le pavé de la demeure abbatiale, et les brisèrent. Puis, ils distribuèrent les morceaux comme du pain bénit en l'église paroissiale [2]. » Malheureusement, la rébellion se tourna contre les révolutionnaires. Le samedi 15 juin, Wat Tyler était tué à Londres. Les insurgés de Saint-Albans « maintenant décontenancés, ... durent payer très cher les bons offices d'un homme de loi pour parlementer avec l'abbé, réparer les dégâts et remplacer les meules arrachées [3] ». John Ball fut arrêté et ramené à

1. *They Saw it Happen...*, p. 172.
2. *Ibid.*, p. 174.
3. *Ibid.*, p. 177.

Saint-Albans, y fut jugé le 14 juillet, puis exécuté le lendemain. La Révolte des travailleurs était terminée.

Les dévaluations.

C'est l'imposition de nouvelles taxes qui déclencha la plupart des mouvements révolutionnaires de la période de déclin du Moyen Age. En Angleterre, la Révolte des travailleurs fut provoquée par une seconde levée de la capitation et par des dévaluations successives. Pour remplacer l'or, les Carolingiens avaient introduit en Europe au VIIIe siècle le monométallisme fondé sur l'argent, réforme qui explique l'importance primordiale de l'industrie minière de l'argent au Moyen Age. Pendant cinq siècles, l'Europe occidentale avait vécu et travaillé avec ce système monétaire. Puis, au milieu du XIIIe siècle, la monnaie en or et le bimétallisme furent introduits en Europe pour la première fois depuis l'Empire romain. Des pièces d'or furent frappées à Gênes et à Florence en 1252 et en France en 1266.

A son retour en France en 1254, après une absence de six ans au Moyen-Orient, saint Louis, voulant rendre à la France son équilibre financier, décida de réformer le système monétaire et d'introduire l'écu d'or. Il estimait pouvoir donner au pays la chance d'une reprise économique durable. L'écu d'or et le gros tournois d'argent furent rigoureusement protégés. Le roi seul avait l'exclusif droit de frappe de ces deux types de monnaie qui étaient les seuls à avoir légalement cours dans tout le domaine. Les seigneurs et les vassaux durent se contenter d'utiliser sur leurs terres la monnaie qu'ils frappaient traditionnellement. L'écu d'or et la livre tournois qui symbolisent la puissance et la richesse de la France du XIIIe siècle, verront leur prestige décliner; à la fin du XIIIe siècle, le gros tournois subit une série de réajustements qui réduiront sa valeur. Au Moyen Age, on

dévaluait *de facto* la monnaie en émettant des pièces de poids inférieur ou en utilisant un alliage contenant moins d'argent.

En pénétrant dans son époque de maturité, la France de 1254, aspirait à étendre son influence politique dans les affaires européennes et à jouer le rôle d'arbitre auprès de pays qui se trouvaient déjà dans sa sphère d'influence. Pendant une brève période, elle y réussit brillamment et se proclama le défenseur de la chrétienté. Toutefois, l'administration étant mal préparée à jouer un rôle d'une telle importance, il fallut créer et financer une armée de bureaucrates et de fonctionnaires, puis centraliser les pouvoirs administratifs à Paris. Pour figurer sur la scène internationale, il fallut encore une armée puissante, telle que jamais la France n'en avait entretenue en temps de paix, dont le budget pesa lourdement dans la balance économique.

En France, la première dévaluation eut lieu sous le règne de Philippe le Bel (1285-1314) qui devint rapidement fameux pour ses manipulations financières. Les mesures prises en 1294 et en 1295 n'attirèrent guère l'attention. En 1306, le roi rendit publique son intention de dévaluer de 39 %. Le résultat immédiat fut une hausse massive des prix. Les prêteurs exigèrent d'être remboursés aux taux d'avant la dévaluation. Contraints de payer des loyers augmentés, les locataires commencèrent à endommager leur maison. Les propriétaires demandèrent l'aide des officiers du roi et ceux-ci furent mis à mal par la foule des locataires. En janvier 1307, la situation s'envenimant, les mécontents organisèrent leur action et dirigèrent leur colère non plus contre les officiers du roi qui n'étaient pas responsables de leurs difficultés, mais contre le Maître de la Monnaie considéré comme l'instigateur de la dévaluation. La maison que celui-ci possédait dans les environs de Paris, puis sa demeure parisienne furent pillées; sa cave une fois vidée, les meubles furent jetés à la

rue. Les rebelles assiégèrent le Temple où Philippe le Bel s'était réfugié. Après une série d'entrevues inutiles, le roi fit appel à la troupe pour disperser les manifestants et comme il n'aimait pas que l'on critique ouvertement ses décisions, il fit arrêter, puis pendre des personnalités choisies dans vingt-huit commerces et négoces différents. Quand Philippe le Bel décréta encore une nouvelle dévaluation en 1313, un Parisien spirituel, sans doute Geoffroy de Paris, commémora l'événement avec beaucoup d'humour :

Il se peut que le roy nous enchante
Premier nous fit vingt de soixante
Puis de vingt, quatre, et dix de trente
... Or et argent tout est perdu
Ne jamès n'en sera rendu
Au soufreteux ni croix ni pile
La monnaie mua en piautre (balle de grain de blé)
Ainsi comme sous chapeau de feutre
Joua-t-on par tout le royaume.
Des blés n'eûmes-nous que le chaume
Le blé au roy, la paille nostre [1].

Pour l'historien Carlo Cipolla, les dévaluations de la monnaie au Moyen Age furent provoquées par :

a. l'accroissement de la demande de numéraire, causé par la croissance démographique, la stabilisation des revenus et la monétisation de l'économie;

b. l'accroissement des dépenses engagées par les gouvernements et le déficit de leurs finances;

c. la pression des groupes sociaux vers le profit et l'inflation;

d. le déséquilibre dans la balance des comptes;

e. la mauvaise gestion des ateliers monétaires;

1. *Ongles bleus...*, p. 94-5.

f. l'usure des pièces en circulation, aggravée par la coutume de la « rognure »;

g. les fluctuations dans le prix du cours des changes entre l'or et l'argent [1].

Dans les pays industriels, la dévaluation est souvent provoquée par le déséquilibre de la balance des paiements.

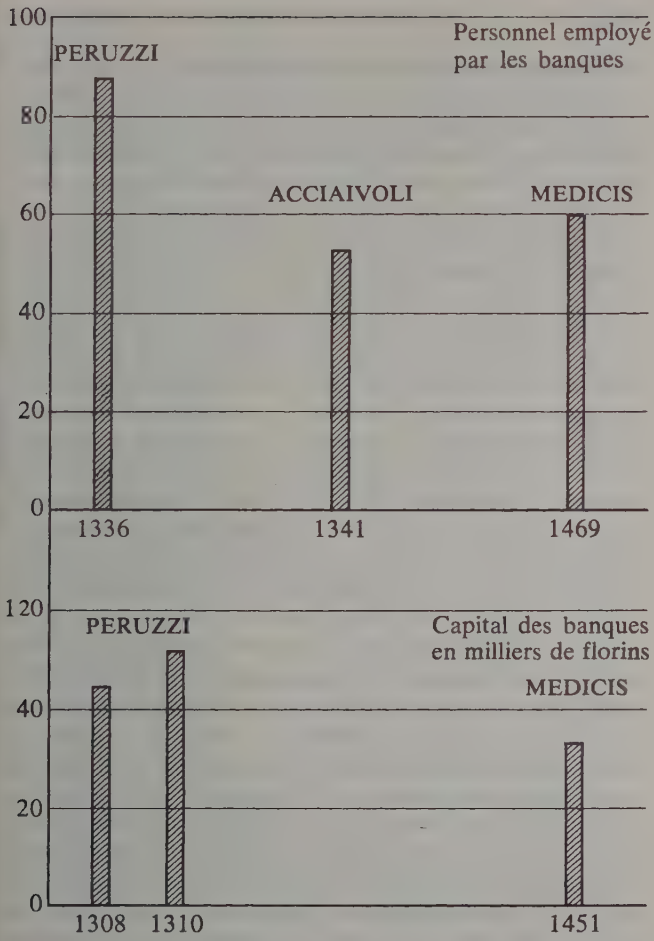
Le déficit dans la balance des comptes de la nation française à l'époque de Philippe le Bel n'est prouvé par aucun document écrit, mais il paraît vraisemblable. Inversement, si la livre ne subit qu'une dévaluation minimale au XIVe et au XVe siècle, c'est que l'équilibre de la balance commerciale de l'Angleterre était favorable, grâce à l'exportation intensive de la laine et du drap.

Les variations du rapport de valeurs entre l'or et l'argent empoisonnèrent l'histoire monétaire de l'Europe et de l'Islam, de l'An mille jusqu'à 1914. L'or et l'argent tendent à se substituer l'un à l'autre, c'est-à-dire à glisser d'une zone à monnaie dépréciée vers une zone à monnaie forte. Quand le rapport de l'or à l'argent fut de 14 à 1 dans le monde islamique, et de 12 ou même 10 à 1 en Europe, l'or se déplaça vers l'Orient et l'argent vers l'Occident. Selon l'expression employée par les économistes, il y eut une famine d'or dans l'Est et une famine d'argent dans l'Ouest. Les financiers et les changeurs firent fortune en jouant habilement sur les fluctuations du change entre les deux zones monétaires. Mais, au XIIIe siècle, la tendance fut renversée. L'Islam recommença à utiliser le numéraire d'argent et l'Europe commença à frapper des pièces d'or. L'argent retourna vers l'Orient et l'or vers l'Occident. « Au début du XIVe siècle apparurent les symptômes d'une hausse spectaculaire du prix de l'or. Au sud de l'Europe d'abord : le

1. C. M. Cipolla, « Currency Depreciation in Medieval Europe », *Economic History Review*, 2e ser., t. XV, 1962-1963, p. 414.

succès du ducat vénitien fut tel que la demande d'or fit augmenter le rapport de 13 en 1297 à plus de 19 en 1308. En France, sous le règne de Philippe le Bel, la frappe de nombreuses pièces d'or fit passer le rapport de 14 en 1299 à 16 en 1309 et à plus de 19 en 1311 [1]... En Allemagne, le rapport atteint 21,6 en 1339... Dans tous les pays d'Europe, les gouvernements furent prêts à se procurer le métal nécessaire pour maintenir une monnaie-or forte au détriment du numéraire en argent. Pour y parvenir, ils firent supporter au peuple, qui était payé en argent, la charge de conserver intacte une monnaie de prestige pour le seul bénéfice des princes et des marchands [2]. » La pénurie d'argent causa une crise monétaire sérieuse que le statisticien Giovanni Villani décrit ainsi : « Cette même année 1345, il y eut à Florence une grande pénurie d'argent et pas du tout de monnaie d'argent, sinon de la monnaie à quatre petits deniers, parce que toutes les monnaies d'argent étaient fondues et emportées outre-mer... Il en résultait de grands désagréments pour les marchands de draps et beaucoup d'autres entrepreneurs qui redoutaient que le florin ne baissât trop par rapport à la monnaie d'argent. Ainsi, on interdit à quiconque d'exporter de l'argent hors de la ville et du territoire, sous peine de sanction [3]. » La chronique de Villani mentionne une autre catastrophe qui s'abattit la même année sur Florence : la faillite de la compagnie des Bardi, survenant deux ans après celle de la banque des Peruzzi. Les faillites se succèdent alors les unes après les autres et Florence, la métropole du commerce, est en plein chaos financier. Villani, après avoir noté avec tant de fierté les progrès économiques, est confondu par l'ampleur du désastre.

1. A. M. Watson, « Back to Gold and Silver », dans *Economic History Review*, 2e ser., t. XX, 1967, p. 25-26.
2. *Ibid.*, p. 33.
3. *Textes et Documents...*, p. 15.



Personnel et capital de banques florentines aux XIVe et XVe siècles. (Lopez et Miskimin, « The Economic Depression, of the Renaissance », *Economic History Review*, 2e série, t. XIV, 1962, p. 418.)

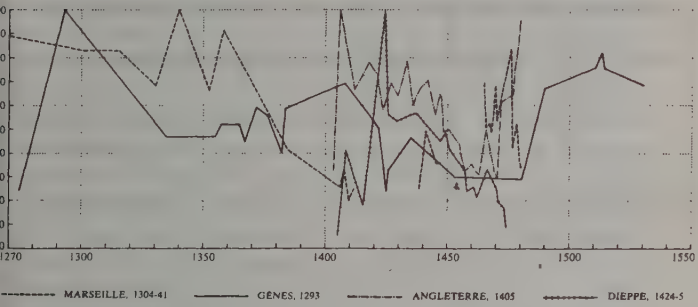
Florence ne retrouva jamais la puissance financière qui avait été la sienne au XIIIe et au début du XIVe siècle. Ainsi, pour prendre un exemple précis, le capital de la banque des Médicis, qui sera la seule banque florentine de quelque importance au XVe siècle, sera inférieur à celui des Peruzzi un siècle auparavant et son personnel moins nombreux.

Laurent de Médicis ne sut pas appliquer les qualités intellectuelles de l'humaniste à ses affaires financières. En 1469, quand il prit la direction de la banque des Médicis, celle-ci était déjà sur son déclin. Les chroniqueurs florentins l'accusèrent, à juste titre, d'avoir sauvé sa banque d'une faillite totale en s'appropriant des fonds publics et « d'avoir fait des paiements sans la sanction, ni l'autorisation d'aucune loi, au préjudice de la Commune [1]. » En effet, il n'avait pas hésité, pour renflouer ses affaires, à employer parfois des méthodes équivoques. Ne vivait-il pas à une époque de grande instabilité financière? En 1464-1465, de nouveaux krachs bancaires secouèrent Florence et au cours des années suivantes, la dépression économique ne fera que s'aggraver.

Deux économistes contemporains se sont demandé si la dépression économique de la fin du Moyen Age ne se serait pas prolongée pendant la Renaissance : « Le bilan économique de la fin du XVe siècle, comparé à celui du début du XIVe siècle, montre-t-il des indices de stabilité, d'expansion ou de récession? En chiffre global, le volume de la production et de la consommation a-t-il augmenté ou diminué?... L'index de la croissance au XVe siècle fut-il assez élevé pour égaler les succès obtenus antérieurement [2]? » Le graphique analysant le commerce international là où des statistiques existent (à Marseille, Gênes, Dieppe et en Angleterre, de 1270 à 1550) montre que dans ces quatre cas, il y eut un

1. R. de Roover, *The Rise and Decline of the Medici Bank 1397-1494*, Harvard U.P., 1963, p. 367.
2. « Economic Depression of the Renaissance », p. 410.

ralentissement économique entre les années 1420 et 1465. A Gênes, le commerce atteignit un volume maximal en 1293. Quand un second maximum sera atteint, dans la seconde décennie du XVIe siècle, il sera bien plus modeste.



Graphique du commerce international : Marseille, Gênes, Dieppe et Angleterre. (« Economic Depression of the Renaissance », p. 421.)

La guerre de Cent Ans.

La période de vieillissement du Moyen Age souffrit d'un déclin du dynamisme avec tout son cortège de calamités : désordres religieux, révoltes populaires, sorcellerie et torture, famines et épidémies, rétrécissement des terres cultivées, diminution des rendements du sol, baisse démographique, dépression économique, dévaluations et faillites, mais aussi la guerre. Durant toute cette période, elle ravagea la plupart des pays d'Europe : l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne, la Scandinavie, et l'Angleterre. Nulle part, elle ne fut plus terrible qu'en France où pendant un siècle, elle est à l'état endémique. Un enfant français du XVe siècle aurait dû remonter au moins jusqu'à son arrière grand-père pour trouver un ancêtre qui n'eut pas connu la guerre. Selon un

chroniqueur médiéval, même les animaux étaient conditionnés : dès qu'ils entendaient le guetteur signaler, du haut de la tour, l'approche des hommes d'armes, le cheval, le bœuf, le cochon et l'agneau galopaient vers la sécurité de l'enceinte urbaine. Les chevaux furent aussi effrayés que les hommes quand la nouvelle arme révolutionnaire européenne, la bombarde ou canon, apparut pour la première fois au XIVe siècle « faisant, en partant, le bruit de tous les démons de l'enfer [1] ».

Les bombardes entrèrent en action dans les trois premières décennies du XIVe siècle, au moment même où le déclin du Moyen Age s'accélérait. Un document florentin du 11 février 1326, mentionne pour la défense des camps et du territoire de la République, l'acquisition de « boulets de fer et de canons de métal [2] ». En Angleterre, l'année suivante, un canon très simple est représenté sur le manuscrit de Walter de Millimete. A Rouen, en 1338, on cite « un pot de fer à traire garros de feu » et la même année, un navire génois, escorté de bateaux français signalés près de Southampton, a des armes à feu à son bord. A partir de cette date, les canons sont mentionnés fréquemment et en 1350 Pétrarque peut dire : « Ces machines qui déchargent des boulets de fer avec un bruit terrible accompagné d'éclairs de feu étaient encore rares voici peu de temps et on les considérait avec étonnement et admiration. Elles sont maintenant aussi familières et normales que n'importe quelle autre espèce d'armes, car l'intelligence humaine apprend vite les choses les plus pernicieuses [3]. » La poudre à canon qui est une invention chinoise du IXe ou du Xe siècle était déjà connue de Roger Bacon et un certain Marcus Graecus en avait donné la formule à

1. C. M. Cipolla, *Guns and Sails in the Early Phase of European Expansion 1400-1700*, Collins, London, 1965, p. 22.
2. *Ibid.*, p. 21.
3. Pétrarque, *De Remediis*, livre I, dialogue 99.

la fin du XIIIe siècle. Mais le canon fut inventé en Europe, puis son usage se serait répandu vers l'Est. En Chine, les premières références à des canons datent de 1356, 1357 et 1377.

Le bilan technique.

Un des grands malheurs de l'histoire de l'humanité est qu'une société vieillissante, dans son désir de jouir de la paix, se détourne de la technique (sauf, hélas, de la technique militaire).

Les raisons qui font qu'une société accepte les changements techniques puis rejette les inventions, ont rarement été étudiées. Cela s'explique par l'absence, au niveau des études supérieures, d'enseignement de l'histoire des techniques. Une des rares tentatives pour découvrir dans quelles conditions sociales l'innovation technique pourra germer avec succès puis être acceptée a été faite dans le cadre de la révolution industrielle du XVIIIe siècle, par R. A. Buchanan et il est passionnant de constater que les conditions sociales préalables à cette révolution sont celles mêmes de la révolution industrielle médiévale. « Pour qu'une invention devienne un succès commercial, trois conditions sont indispensables et toutes trois sont, en partie ou totalement, fonction de l'environnement social. La première condition est l'existence, au sein de la société, de groupes prêts à envisager les innovations sérieusement et avec bienveillance [1]. » Dans la période ascendante du Moyen Age, trois de ces groupes existaient :

1. Les tenanciers, ceux qui par exemple, en Angleterre, construisirent les 5 634 moulins hydrauliques dénombrés dans le *Domesday Book*.

1. R. A. Buchanan, *Industrial Archaeology in Britain*, Penguin Books, Harmondsworth, 1972, p. 38.

2. Les cisterciens qui édifièrent des fermes et des usines modèles.

3. Les bourgeois qui financèrent, entre autres, l'industrie textile.

Pendant la période de déclin du Moyen Age, ces trois groupes innovèrent de moins en moins : les propriétaires, trop souvent absents, voyant le revenu de leurs rentes diminuer, disposèrent de moins de capitaux à investir. Au cours du XIVe siècle, les cisterciens déclinèrent. Quant aux bourgeois, comme tous les groupes humains parvenus à un certain niveau social, ils devinrent moins entreprenants.

La deuxième condition est que l'innovation technologique réponde à tous ces besoins sociaux : « De tels besoins s'ils sont pressants, doivent être vus et ressentis comme tels... pour que l'on se décide à engager des dépenses pour les satisfaire. La pression d'une population croissante peut, sans doute, créer un besoin social sous forme d'un marché plus étendu [1]... Ou bien, paradoxalement, la pénurie de main-d'œuvre dans des domaines spécifiques de l'économie peut nécessiter l'emploi de machines qui remplacent la main-d'œuvre humaine [2]... Ou bien, c'est l'impossibilité de résoudre certains problèmes techniques, la pénurie du bois, par exemple, qui oblige à chercher de nouvelles solutions [3]. »

Si l'interdépendance entre l'explosion démographique jusqu'aux années 1300 et l'élargissement du marché commercial nous est clairement apparue, nous avons également vu l'influence inverse se manifester avec l'exemple des cisterciens qui durent mécaniser leurs entreprises puisqu'ils souf-

1. *Industrial Archaeology in Britain*, p. 38-9.
2. *Ibid.*, p. 39.
3. *Ibid.*, p. 39-40.

fraient, dans une certaine mesure, d'une pénurie de main-d'œuvre, les convers devant comme les moines accomplir de longues heures de prières. « La troisième condition, les ressources sociales, n'est pas moins indispensable. De nombreuses inventions n'ont jamais pu être réalisées faute de capitaux, de matériel ou de personnel qualifié... Disposer d'un certain capital suppose un surplus de la production et l'organisation d'un ' marché de l'argent ' capable de canaliser les richesses disponibles vers l'inventeur. En un mot, cela sous-entend un système économique adéquat [1]. »

Le Moyen Age jouit d'un surplus appréciable de productivité, surplus sans lequel Richard de Wallingford n'aurait jamais pu inventer ses deux instruments astronomiques, ni construire sa fameuse horloge, sans lequel Giovanni di Dondi n'aurait jamais pu consacrer seize ans au perfectionnement de la sienne; sans lequel les moines administrateurs de l'abbaye de Glastonbury n'auraient pas pu investir des capitaux dans la construction d'un nouveau moulin. Pendant la période de vieillissement et de déclin, les progrès de la technologie furent ralentis par une diminution des capitaux disponibles. Les ravages et le déséquilibre économique causés par les guerres qui sévirent si longtemps en Europe diminuèrent considérablement ce que nous appelons le « revenu national brut ». Les capitaux disponibles furent surtout investis dans la production guerrière.

A la fin du Moyen Age, la technologie militaire fut encore perfectionnée. Les traités techniques publiés à l'époque prouvent que les conditions indispensables à l'innovation, définies comme un besoin social, existaient et correspondaient aux besoins d'une société perpétuellement en guerre.

Guy de Vigevano, médecin du roi Philippe VI de Valois et auteur d'un traité d'art militaire, avait proposé au sou-

1. *Industrial Archaeology in Britain*, p. 40.

verain qui projetait de partir en croisade, de curieuses machines dont un pont monté sur flotteurs et des chars d'attaque, sans canon naturellement, qui devaient se déplacer sur les champs de bataille « sans l'aide de force motrice humaine ou animale » grâce à des ailes de moulin. Ce projet ne vit jamais le jour mais il enflamma l'imagination des ingénieurs des générations suivantes, tel l'ingénieur militaire Jacopo Mariano dit Il Taccola qui lui aussi dessina des chars mus par l'énergie éolienne. Il a également montré, à l'aide d'un croquis, comment miner et faire sauter un château fort avec de la poudre.

Valturio, autre auteur de la même génération que Taccola, dessina une machine en forme de dragon dont la gueule crachait le feu et la mort comme un canon. Il a laissé également des croquis de bateaux sans rames, propulsés par des hélices, des ponts volants construits « sans piliers ni support » montés sur des caissons flottants, des tours d'attaque à plates-formes mobiles construites comme des monte-charge, des chars d'assaut à tourelle avec un système à manivelles et des chariots blindés tirés par des bœufs.

Quand à Konrad Kyeser, né vers 1366 en Allemagne du Sud, lui aussi auteur d'un recueil de machines qui fit autorité pendant plus d'un siècle, il conçut des ponts flottants, des ponts à éléments « préfabriqués », des tours d'assaut et des chars armés de canons. Nous lui devons encore la première représentation connue d'une arme à feu portative : la couleuvrine.

Le texte de *l'Anonyme de la Guerre hussite* rédigé un peu plus tard, sans doute vers 1430, nous présente le premier dessin d'un canon monté sur un affût à roue, ainsi que des canons avec leur hausse, une bombarde montée sur un navire, des croquis de machine à forer les tuyaux de bois et à aléser les canons. On y trouve encore le croquis d'un scaphandrier en vêtement de plongée. Ce n'était pas le premier puis-

que Kyeser avait dessiné le combat de deux scaphandriers sous l'eau, mais : « On mesure le progrès accompli depuis Kyeser. Nous sommes ici en présence d'un véritable appareil qui frappe par son aspect moderne. On distingue la tunique imperméable, ou censée être imperméable, les chaussures à semelles de plomb et le casque dont le détail est donné à côté. Celui de Léonard de Vinci est beaucoup moins précis [1]. »

En 1453, l'artillerie était devenue une arme puissante capable de décider de l'issue d'un siège ou d'une bataille. Au Moyen-Orient, les Turcs qui depuis des siècles s'acharnaient contre l'Empire byzantin, sans parvenir à prendre Constantinople enfermée dans ses remparts, possédaient maintenant une artillerie assez forte pour les mettre en brèche. La chute de Constantinople en 1453, marque la fin d'un Empire qui avait duré onze cents ans. En Occident, l'armée française, battue au siècle précédent par l'armée anglaise dotée d'armes perfectionnées et sans doute des premiers canons, pouvait maintenant écraser cette même armée, grâce à une artillerie sans égale en Europe. Les villes fortes anglaises capitulèrent les unes après les autres et l'armée fut finalement anéantie par des canons français à Formigny et à Castillon, en 1450 et en 1453. La guerre de Cent Ans était finie. Cette date de 1453 marque la fin du Moyen Age.

En matière d'armement, la France venait alors d'accomplir des progrès remarquables restés sans équivalent dans les autres domaines de la technologie. A partir du dernier tiers du XIIIe la France avait connu, en effet, une longue période de stagnation technologique. Durant cette période d'immobilité, elle sut faire profiter le reste de l'Europe de la supériorité qu'elle avait acquise dans de nombreux domaines au

1. B. Gille, *Les Ingénieurs de la Renaissance*, Hermann, Paris, 1964, p. 26.

cours du XIIe et du XIIIe siècles, en particulier dans celui de la construction.

Le transfert des connaissances techniques d'un pays évolué vers des pays moins évolués est un phénomène capital pour la compréhension de l'histoire des civilisations. Le pays le plus avancé technologiquement cesse de progresser et la partie du monde avec laquelle ce pays est en relation le rattrape et même le dépasse dans certaines industries. Pendant un temps qui peut durer un demi-siècle, un siècle au plus, le monde connaît une sorte de plateau technologique. Au Moyen Age ce plateau technologique s'est étendu sur plus de 150 ans, du dernier tiers du XIIIe siècle au premier tiers du XVe siècle, avec quelques exceptions remarquables qui n'eurent pas d'ailleurs de portée décisive et immédiate : la pendule mécanique, la fonte, l'avant-train mobile et la pompe aspirante et foulante actionnée par un système bielle-manivelle. Certains secteurs fondamentaux de la vie économique, comme l'agriculture, les sources d'énergie ou l'industrie textile devront attendre la révolution industrielle du XVIIIe siècle pour dépasser vraiment le niveau atteint au XIIIe siècle. Et les techniques de construction ne connaîtront un progrès décisif qu'au XIXe siècle avec les charpentes métalliques. Cependant, c'est à partir d'un double legs médiéval : d'une part l'ensemble des découvertes relatives à la navigation, d'autre part, l'imprimerie, instrument de diffusion sans précédent de la culture occidentale, que la Renaissance va prendre son essor.

Bref essai sur les cycles de civilisation

Le plus remarquable document prouvant le génie médiéval est un projet de réforme économique de l'Empire byzantin. Ce projet, daté de 1444, recommande d'adopter sans délai quelques-unes des extraordinaires innovations de l'Occident. Cet hymne à la technologie est adressé à Constantin Paléologue, qui allait devenir cinq ans plus tard, le dernier empereur de Byzance. L'auteur est un néo-platonicien, Jean Bessarion, qui à l'occasion du concile de Florence, en 1439, pour la réunion des églises grecque et romaine, fut émerveillé par l'efficacité occidentale.

Nous retrouvons dans ce rapport bon nombre de techniques dont nous avons fait état dans les précédents chapitres. Bessarion souligne l'importance de l'énergie hydraulique qui permet la réduction du travail manuel et à cette occasion confirme l'emploi courant de cette énergie pour le sciage automatique du bois. Il vante l'utilisation de l'énergie hydraulique pour actionner « des soufflets de cuir qui se gonflent et se vident sans qu'on les touche... pour fondre et séparer les métaux et qui isolent le métal de la gangue de terre sans valeur qui l'enveloppe [1] ». La chaleur produite par les soufflets hydrauliques dans les hauts fourneaux donne naissance à la fonte. Comme Barthélémy l'Anglais, au

1. Cité dans A. G. Keller, « A Byzantine Admirer of ' Western Progress ', Cardinal Bessarion », *Cambridge Historical Journal*, t. XI, 1955, p. 345.

XIIIe siècle, il reconnaît l'importance du fer « si utile et nécessaire à l'homme[1] ».

Le projet de réforme de Bessarion ne verra jamais le jour. Il était voué à l'échec dès l'origine car l'Église orthodoxe grecque était toujours hostile à l'introduction d'idées nouvelles et de compromis avec la technologie. C'est l'ouverture d'esprit de l'Église de Rome au Moyen Age qui a permis l'essor technologique. Les cathédrales avaient des mécanismes, comme à Chartres, où un ange installé sur un des grands toits, suivait avec son doigt la course du soleil dans le ciel. Et à l'opposé de l'Église grecque, l'Église romaine ne voyait aucun mal à autoriser les églises à se couvrir de cadrans d'horloges. Dans un ordre d'idées parallèles nous avons mentionné, dans le chapitre sur Villard de Honnecourt, les plaques gravées des labyrinthes portant le nom des architectes-ingénieurs et non celui des saints.

Peut-être plus étonnant encore, les groupements professionnels étaient autorisés à faire de la publicité de prestige sur les vitraux des cathédrales et se réservaient les médaillons de la partie inférieure du vitrail, le plus près possible des clients éventuels. Les autorités ecclésiastiques toléraient que les églises servent de salle de réunion aux membres d'une commune ou à des prud'hommes, consuls et chefs de métier.

Au vu des documents, on est en droit de se demander si l'on n'a pas trop souvent opposé à tort un Moyen Age théologique à une Renaissance rationaliste. La vérité est vraisemblablement à mi-chemin. Le Moyen Age est souvent moins religieux qu'on ne le croit et les humanistes avaient souvent une foi chrétienne très profonde. En général, on peut considérer que le Moyen Age a été souvent mal compris et encore plus souvent sous-estimé. Il ne s'est jamais vraiment relevé

1. « A Byzantine Admirer of ' Western Progress ', Cardinal Bessarion », p. 346.

des attaques violentes portées par la Renaissance contre les siècles qui ont précédé l'humanisme. La Renaissance, qui s'est passionnément attachée à la littérature et à la poésie des temps classiques, était convaincue que le Moyen Age — ce qu'on devait plus tard appeler « la nuit du Moyen Age » — ignorait les auteurs classiques ou leur était fermé, alors qu'en réalité le Moyen Age s'intéressait passionnément non pas à la littérature classique, mais à l'œuvre philosophique, scientifique et technique de la Grèce et de Rome.

La Renaissance jugeait la société médiévale scolastique et statique, la Réforme l'estimait hiérarchique et corrompue et le siècle des Lumières la considérait comme irrationnelle et superstitieuse. Nombre de nos contemporains voient encore le Moyen Age à travers le prisme de ces idées reçues.

Avec l'avènement du romantisme au XIXe siècle, des efforts enthousiastes ont été entrepris pour dissiper les « ténèbres » du Moyen Age, mais cette opération de sauvetage a conduit à des interprétations inexactes des réalités sociales. Les catholiques libéraux commencèrent à regarder ces siècles comme ceux d'une société chrétienne idéale à donner en exemple à la chrétienté contemporaine. Pour les Français, l'idéal du siècle chrétien a été le XIIIe, celui de saint Louis. Alors s'est répandue la belle légende des populations s'employant avec enthousiasme à construire les cathédrales sans rémunération, ni salaire et des sculpteurs et des architectes souhaitant demeurer anonymes. Face à la lutte des classes et aux conflits de l'industrie, les éléments conservateurs européens crurent avoir trouvé dans le système des corporations réunissant maîtres, apprentis et compagnons, l'idéal d'une organisation sociale. L'étude de la puissante industrie textile à forme capitaliste des Flandres ou de Florence prouve que ce tableau complaisant nécessite quelques retouches! Le développement sans cesse croissant de la technologie industrielle et la misère qu'il entraînait conduisit

les réformateurs sociaux à réinterpréter les temps médiévaux avec l'idée qu'il n'y avait alors que des artisans travaillant de leurs mains, à l'exclusion de tout mécanisme : c'était là le privilège d'un âge non technologique. Tandis que progressivement, au cours du XXe siècle, les médiévistes apportaient des correctifs aux vues romantiques du siècle précédent ils continuaient néanmoins à méconnaître ce que pouvait avoir de légendaire l'idée d'une société médiévale non technologique.

L'histoire de la technologie médiévale est encore dans son enfance. Lorsqu'en 1953, je donnai un article à *Techniques et Civilisations*, éditée par Bertrand Gille qui écrivait la majorité des articles pour faire croire qu'il y avait un groupe important d'érudits intéressés par l'histoire des techniques, il fallut convaincre le directeur de la revue, Louis Delville, que cet article n'était pas de Gille. Avec aussi peu de collaborateurs et presque aussi peu d'abonnés, la revue publia son dernier numéro en 1956. Deux ans plus tard, en 1958, Lynn White professeur d'histoire à UCLA en Californie et auteur du premier ouvrage sur les inventions médiévales *Technologie médiévale et Transformations sociales* prit une part active à la fondation de la revue *Technology and Culture* qui a pris la relève de la revue défunte de Bertrand Gille. La seule autre revue d'histoire des techniques en langue anglaise est la *Transactions of the Newcomen Society*. (Mais elle publie surtout des articles sur la révolution industrielle du XVIIIe siècle). En langue allemande existe le *Technik-Geschichte. Beitrage zur Geschichte de Technik und Industrie.*

Lynn White observe que « bien qu'il y ait toujours eu depuis le milieu du XIVe siècle un fond d'intérêt porté à l'histoire des techniques, jamais une discipline universitaire ne fut créée dans ce domaine. Les histoires du droit, de la politique, de l'art, de la philosophie et des religions sont depuis longtemps l'objet d'études approfondies par des spécia-

listes, titulaires de chaires universitaires, offrant de grandes possibilités de diplômes d'études supérieures. Ils sont également groupés en sociétés savantes et en instituts de recherche, ils possèdent leurs propres revues consacrées à l'échange des résultats de leurs travaux. Au cours de ces 25 dernières années, même l'histoire des sciences, si étrangement négligée jusqu'alors, a acquis une structure semblable. En revanche le peu de travail effectué dans le domaine de l'histoire des techniques l'a été, à de rares exceptions près, par des hommes plongés dans la vie pratique et technologique quotidienne[1] ».

Notre ignorance de l'histoire des techniques nous interdit de comprendre pleinement l'évolution des phénomènes économiques et politiques de notre temps et fausse l'image du passé. Nous sommes convaincus que nous vivons pour la première fois dans l'histoire d'une société vraiment technologique et que toutes les sociétés antérieures étaient seulement « artisanales ». C'est une erreur de perspective fondamentale. Dans les pages de ce livre nous avons systématiquement évité d'employer l'expression « artisanale » pour désigner l'époque médiévale, sinon la prochaine civilisation qui sera techniquement et scientifiquement plus avancée que la nôtre serait en droit de considérer la société occidentale du XXe siècle comme elle aussi « artisanale ». Cette méconnaissance de l'histoire des techniques a aussi conduit notre société contemporaine à penser que nous étions les témoins d'un progrès continu des techniques et des sciences. L'historien des techniques se doit de corriger cette croyance. Notre civilisation occidentale connaît aujourd'hui un plateau technologique qui se prolongera fort avant dans le troisième millénaire.

Le progrès des techniques est cyclique comme l'histoire

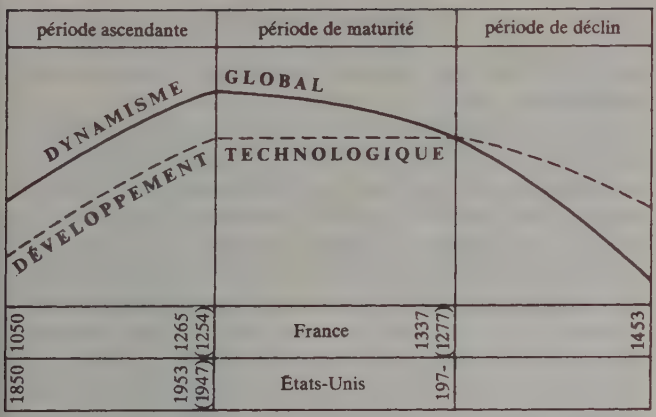
1. L. White, « The discipline of the history of technology », *Journal of Engineering Education*, t. 54, nº 10, juin 1964, p. 349.

elle-même. Notre civilisation occidentale a eu le privilège de connaître deux cycles majeurs à l'intérieur de son grand cycle, à présent millénaire. La majorité des civilisations ne connaissent, semble-t-il, qu'un seul cycle, témoin Byzance ou l'Islam. L'Occident a connu le cycle médiéval et celui de la Renaissance et des Temps modernes. L'un peut commencer avant que l'autre ne s'achève. A l'intérieur d'un cycle, tel celui de la Renaissance, il y en a d'autres, ceux des nations, A l'apogée de leurs cycles, l'Italie au XVe siècle l'Espagne au XVIe, la France au XVIIe..., les États-Unis au XXe siècle, ces pays concourent à maintenir l'élan du cycle occidental. Mais aujourd'hui l'Occident n'a plus de nations jeunes en réserve et cet élan ne me paraît pas devoir être maintenu.

Les cycles sont tributaires des rapports étroits qui existent entre le dynamisme global d'une population et son développement technologique. J'ai essayé d'en donner une représentation graphique.

En période ascendante — appelons la *phase* α — les deux courbes — celle du dynamisme global et celle du développement technologique — doivent être parallèles car, s'il en était autrement, la société étudiée cesserait probablement de se développer. Dès qu'une société entre dans sa phase de maturité — *phase* β —, la courbe de son dynamisme décroît tandis que la courbe du développement technologique marque de son côté un net fléchissement. En période de déclin — *phase* γ — la perte de dynamisme s'accélère tandis que la courbe de la technologie décroît plus lentement, parce que les sociétés plus âgées continuent à investir dans la technologie militaire.

A partir de ce modèle très empirique mais conforme à l'idée que je me fais de l'évolution du Moyen Age occidental — et de la France médiévale en particulier —, je me suis demandé s'il pouvait s'appliquer aux États-Unis et nous aider à prévoir les grandes lignes de leur évolution.



Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, j'étudie en effet conjointement le Moyen Age et les États-Unis et ne cesse d'être frappé par les parallèles historiques qui se présentent à mon esprit. Pirenne, le grand médiéviste belge avait également été frappé par les parallèles qu'on peut établir entre les événements des XIe et XIIIe siècles en Europe et ceux du Far West au XIXe siècle. La ressemblance jusque dans le détail entre les « villes neuves » des XIe et XIIe siècles et les « towns » dessinées à l'avance par les entrepreneurs américains le long d'une ligne de chemin de fer est en effet étonnante. Des deux côtés on trouve l'immigrant, le pionnier et le *self-made man* et c'est dans la liberté de travail et la libre concurrence que s'élaborent les deux économies.

Je complétais alors progressivement mon graphique en considérant que la période ascendante de la France médiévale avait duré de 1050 à 1265 et sa période de maturité de 1265 à 1337. Aujourd'hui, je ferais plutôt débuter la maturité de la France, non plus en 1265 mais en 1254, quand Louis IX revenant de la croisade imprima cette époque du sceau de sa propre maturité. J'aimerais la terminer, non pas

en 1337 mais en 1277, quand de raisonnée, la foi devint sentimentale.

Je choisis l'année 1850 pour marquer l'entrée des États-Unis dans leur époque de croissance et l'année 1953 pour inaugurer l'époque de leur maturité parce que le célèbre Lever House Building, sur Park Avenue à New York fut construit cette année-là. Édifice en verre de trente étages seulement, il fut édifié non pas pour des raisons financières mais esthétiques. Cette date marque un changement dans l'attitude psychologique des Américains : le sens esthétique tend, dans une certaine mesure, à prendre le pas sur le sens des affaires Il me semble maintenant que 1947 aurait été plus judicieux car, à cette date, la doctrine de Truman avait placé l'Amérique à la tête des nations libres. A quel moment les États-Unis quitteraient-ils l'ère de leur maturité pour entrer dans celle du vieillissement? La réponse, me semblait-il, se situait dans la décennie des années 1970.

En 1956 je me rendis aux États-Unis pour faire une conférence à Yale sur le parallélisme de l'évolution de la France médiévale et celle des États-Unis. Dire comme je le fis que la société américaine n'était plus jeune et ascendante, qu'elle était déjà en pleine maturité, c'était purement et simplement blasphémer. Prédire que ce pays entrerait dès les années 70 dans son ère de déclin et que sa fabuleuse technologie serait en partie périmée et son dollar dévalué, c'était ridicule. Je ne fus réinvité qu'en 1972, mais cette fois pour y faire une conférence sur le thème de l'inefficacité américaine.

Dès mon arrivée aux États-Unis je remarquais que le dynamisme traditionnel de ce pays déclinait rapidement. L'idéal américain de la libre entreprise et l'hostilité au pouvoir central étaient partout battus en brèche. Des groupes de plus en plus nombreux faisaient appel au gouvernement fédéral. Le nombre de fonctionnaires — fédéraux, des états et locaux — dépassait 7 millions. Il y avait pro-

portionnellement, moins de *self-made men* car de plus en plus de fils héritaient des affaires de famille. Les hommes d'affaires faisaient des déjeuners de plus en plus longs. Les Américains n'avaient plus cette ambition, souvent caractéristique des nations jeunes, de construire toujours plus grand ou plus haut, de battre des « records du monde ». L'esthétique du Lever House Building contrastait avec l'Empire State Building. Les Américains, à cette date, étaient moins passionnés par de nouveaux gadgets et le culte du neuf avait moins de prise sur eux.

Ce déclin du dynamisme influait et pesait sur le développement technologique du pays sans que la population elle-même et les étrangers en visite soient conscients de cette évolution. La vision que l'Amérique avait d'elle-même et celle que le monde extérieur avait de ce continent était en partie faussée par les journalistes et les *mass media* qui mettaient toujours en relief les nouveaux gadgets et les dernières découvertes des hommes de science. Pour contrebalancer l'image futuriste de l'Amérique, je décidai de noter la survivance dans la vie de tous les jours de vieilles techniques dont certaines remontaient au Moyen Age et souvent au-delà.

Je découvrais par exemple que l'industrie du bâtiment dont le chiffre d'affaires total était supérieur même à celui de l'industrie automobile, employait des méthodes archaïques. Plus d'un million de maisons étaient construites chaque année en bois, matériau peu durable que le Moyen Age avait remplacé par la pierre, matériau plus résistant. Et la technique des charpentes de bois n'avait guère progressé depuis le XIIIe siècle. La majorité des maisons était chauffée, non par la climatisation de l'air, mais par la cheminée, invention médiévale. Un autre matériau archaïque, la brique fabriquée il y a plusieurs millénaires en Mésopotamie était encore largement utilisée. Ce matériau qu'il faut poser

manuellement entrait même dans la construction des gratte-ciel. J'observais d'ailleurs qu'il n'entrait guère plus de préfabrication dans ces gratte-ciel que dans les cathédrales. Et les ouvriers de ces chantiers, pour déplacer certains matériaux, se servaient d'une invention médiévale : la brouette. L'industrie du bâtiment ne disposait d'aucun grand centre de recherches pour la mise au point de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques de construction. Les investissements dans cette industrie étaient négligeables.

Je remarquais que les poids et les mesures employés pour peser et mesurer les éléments entrant dans la construction remontaient souvent à une époque bien antérieure au Moyen Age. Les États-Unis n'ayant jamais adopté le système métrique vieux déjà de plus 150 ans, les Américains pèsent encore avec le système avoirdupoids. Les poids ont des noms folkloriques *grains — drams — pennyweight*, ainsi que les mesures de longueur *fathom — pole — chain*. L'unité de longueur, le mile, vient du latin *milia passuum*.

Dans l'industrie du transport, j'observais qu'il n'y avait pratiquement pas d'hélicoptères, qu'il n'y avait que quelque 8 000 aéroports alors qu'il y avait plus de 40 000 gares de chemins de fer, que les voitures avaient pour la plupart des moteurs d'avant 1940 et qu'elles n'étaient pas autorisées à dépasser les 65 miles à l'heure alors que la course Paris-Madrid avait été gagnée en 1903 par une Morse à la moyenne entre Paris et Bordeaux (342 miles) de 65,3 miles à l'heure. Les ingénieurs américains avaient été incapables de concevoir des autoroutes où l'on pût circuler sans danger avec des voitures construites pour rouler à 120 M.P.H. Je m'étonnais de l'état de vétusté du métro new yorkais.

Je notais avec surprise qu'au siècle de l'avion et de l'automobile, deux millions de wagons de marchandises circulaient quotidiennement sur un réseau ferré construit au XIXe siècle et long encore de 200.000 miles. Ce que je trouvais encore

plus surprenant était l'importance de la voie d'eau dans le commerce des États-Unis et l'effort du gouvernement pour accroître la longueur des voies navigables. Deux gigantesques projets étaient en cours de réalisation : le *Saint Laurence Seaway* long de 182 miles et qui devait coûter 827 000 000 dollars et l'*Arkansas River Navigation System* qui devait relier par voie fluviale, 6 États de l'intérieur des États-Unis, au Mississipi.

Le transport par voie fluviale et maritime est au XXe siècle le moyen de transport le plus économique comme il l'était au Moyen Age. Il est cocasse de voir que le transport de marchandises lourdes se fait aujourd'hui à seulement quelques miles plus vite qu'avant l'invention des machines à vapeur et à combustion interne. Le coût du combustible en 1956 ralentissait déjà le développement technologique. Pour une égale quantité de combustible un cargo pouvait déplacer 30 fois plus de marchandises qu'un camion et plusieurs centaines de fois plus qu'un avion.

A la fin de mon séjour aux États-Unis, j'estimais avoir une documentation suffisamment importante sur le dynamisme et le développement technologique des États-Unis pour compléter mon graphique. J'ai fait alors le choix de 48 facteurs dans l'éventail des activités humaines communes à la France médiévale et à l'Amérique des XIXe et XXe siècles. Ceux-ci sous-tendent les courbes, les font s'élever en période ascendante puis, avec quelques exceptions remarquables, leur font faire volte-face et les freinent en période de maturité. Dans le tableau ci-après, on lit dans la colonne de gauche une vingtaine de facteurs (de l'ère de croissance) et dans celle de droite, on découvre comment ont évolué ces facteurs dans l'ère de maturité. Avec le recul du temps ce tableau permet de juger que mes prévisions faites en 1956 sur l'évolution des États-Unis se sont en général révélées fort exactes.

PHASE α	PHASE β
Augmentation du revenu national	Revenu national stabilisé
Accroissement population	La population se stabilise
Défrichement	Plus de défrichement
Révolution agricole	Révolution agricole terminée
Régime économique (libre entreprise)	Intervention gouvernementale
Indépendance de l'économie	Interdépendance de l'économie
Croisade commerce extérieur	Perte de l'esprit de croisade
Excédents de richesse	Vers biens improductifs
Culte du neuf	Résistance au changement
Esprit « record du monde »	Perte esprit « record du monde »
Esthétique	Prise de conscience esthétique
Esprit civique	Esprit civique moins accentué
Monnaie forte	Remaniements monétaires
Début d'inflation	L'inflation s'aggrave
Source d'énergie	Puissance limitée
Ressources naturelles	Ressources naturelles limitées
Instruction	Instruction plus généralisée
Décentralisation	Centralisation
Technique art fonctionnel	Sclérose technique
Exploitation des inventions	Début de résistance aux inventions
Industrialisation	Survivance vieilles techniques
Produits finis	Perte du monopole technique

Je me suis diverti à chercher des exemples équivalents dans la France médiévale et l'Amérique contemporaine. Pour la période ascendante, je pensais que l'on pouvait mettre en parallèle.

La Beauce	et	Les Grandes Plaines
La charrue	et	La mécanisation
La foi	et	La liberté

La cathédrale	et	L'automobile
Beauvais	et	L'Empire State Building
Les cisterciens	et	Henri Ford
Chartres	et	Times Square
L'écu d'or	et	Le dollar
Le moulin à eau	et	La machine à vapeur

Pour prévoir ce qui arriverait aux États-Unis dans leur période de déclin, j'introduisis un autre parallèle : celui de la France à la fin du XIXe siècle et au XXe siècle, période déclinante et antitechnologique qui freina l'expansion industrielle. Les représentants de la contre-culture française du XIXe siècle, comme ceux de l'Amérique contemporaine, dénoncèrent l'esprit matérialiste de la classe dirigeante et les dangers de la mécanisation et de l'industrialisation. Ils rejetèrent la raison et se tournèrent vers le mysticisme, le passé, et pour certains, vers la drogue. Ils rêvaient du retour à la nature. En France, le courant anti-américain remonte à cette période du XIXe siècle où l'Amérique semblait être le pays le plus matérialiste du monde parce que sa mécanisation et son industrialisation s'accroissaient plus vite que partout ailleurs. Baudelaire accusait l'Amérique, « cette grande barbarie éclairée au gaz » d'avoir asphyxié le génie d'Edgar Allan Poe. Ce que la contre-culture américaine découvrit à propos de l'Amérique et de la puissance de ses grands trusts, c'est ce qu'ont toujours pensé la plupart des Européens.

1885 est la date que je choisis pour marquer l'entrée de la France moderne dans sa période de déclin ou décadence. En réalité, c'est une date arbitraire et des dates antérieures pourraient être proposées et corroborées. En 1886, le *Décadent*, une nouvelle revue littéraire, était lancé.

Sur mon graphique, j'énumérais des situations ou des possibilités, qui sont caractéristiques de l'ère de vieillesse et qui sont dès maintenant, ou pourront l'être plus tard, applicables aux États-Unis.

PÉRIODE DE DÉCLIN — PÉRIODE DE STABILITÉ — DE MATURITÉ — PÉRIODE ASCENDANTE — DÉVELOPPEMENT

ÉTATS-UNIS 1830	FRANCE MOYEN AGE 1050	
[redacted]	Paris	1 Absence d'invasion
de 1869-70 à 1929-38 X 5	Suzer triple un revenu	2 Augmentation du revenu national
4 millions en 1790 ; 160 en 1953	17 millions	3 Accroissement de la population
Les Grandes [redacted]	La Beauce	4 Défrichement
Mécanisation	Charrue	5 Révolution agricole
Los Angeles — New York	Villeneuves	6 Création de villes
Capitalisme	Capitalisme	7 Régime économique (libre entreprise)
	Adjudications	8 Libre concurrence
A.F.L. — Brotherhoods	Salaires échelonnés	9 Liberté du travail
Automobile — 8 cyl.	Cathédrale	10 Absence de secrets
Peu d'exportations		11 Indépendance de l'économie
Automobile	Cathédrale	12 Division du travail
[redacted]	Foi	13 Idéologie
Guerre de Sécession	Croisade des Albigeois	14 Croisade commerce intérieur
1914-18/1939-45	1095/1145-1204	15 Croisade commerce extérieur
O.N.U	Papauté	16 Organisme suprême
Maroc	Aigues-Mortes-Acre	17 Construction de bases militaires
Plan Marshall	Cathédrale	18 Exodéveloppement de richesse
[redacted]	Cathédrale	19 Centre d'intérêt
Automobile	Cathédrale d'Amiens	20 Culte du neuf
Empire State Building	Cathédrale de Beauvais	21 Esprit record du monde
Chrome	Couleurs violentes	22 Esthétique
Donations	Cathédrale	23 Esprit civique
Congrès		24 Complexe de supériorité
Henry Ford	Les cisterciens	25 Technique d'organisation
		26 Technique bancaire
		27 Technique commerciale
Times Square	Chartres	28 Technique publicitaire
Le dollar	L'Ecu d'or	29 Monnaie forte — Or — Argent
100 en 1935 ; 160 en 1950	XIII-XIV siècles	30 Début d'inflation
Machine à vapeur	Moulin à eau	31 Source d'énergie
Charbon 50 %	Cours d'eau régulier	32 Ressources naturelles
Moteur à explosion	Cheval	33 Source d'énergie
Bitumé	Foin	34 Ressources naturelles
Moteur atomique	Moulin à vent	35 Source d'énergie
Uranium	Vent	36 Ressources naturelles
Eisenhower	Suzer	37 Absence d'un système de caste
Industriels	Marchands	38 Nouvelle classe sociale
Self-made man	Bourgeois	39 Nouveau type d'homme
Primaire	Primaire	40 Instruction
Film	Vitrail	41 Technique (d'art) visuel
États	Communes	42 Décentralisation
Chemin de fer		43 Moyen de pénétration
Fer — Pétrole	Voie fluviale	44 Ressources naturelles
Automobile	Bois	45 Technique (d'art) fonctionnel
Européenne	Cathédrale	46 Exploitation des imprécises
	Antiquité — Orient	47 Industrialisation
Automobile	Lutte contre moulin à main	48 Produits finis
1953 (1947)	Textile	
	1265 (1254)	

1 Absence d'invasion

24 Le complexe de supériorité se renforce
25 Les techniques d'organisation se développent
26 Les techniques bancaires se perfectionnent
27 Les techniques commerciales se perfectionnent

35 Source d'énergie augmente
36 Ressources illimitées
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

197. ?

1337 (1277)

1 Augmentation sensible du revenu national
2 Accroissement de la population
3 Développement des techniques de production
4 Révolution industrielle
5 Prépondérance des ressources naturelles — Polyindustrie
6 Apparition de nouvelles classes sociales
7 Apparition de nouveaux types d'hommes
8 Essor du commerce international
9 Urbanisation
10 Apparition de la notion de bien-être
11 Apparition de la notion de propriété commerciale et artistique

	MOYEN AGE 1265 (1277)	ÉTATS-UNIS 1953 (1947)
DYNAMISME GLOBAL		
1		
Le revenu national se stabilise 2		
La population croît moins vite 3	Plus de convers	
Plus de défrichement 4	Paysage fixe	Paysage fixe
La révolution agricole est terminée 5		
On ne fonde plus de villes 6		
Intervention gouvernementale 7	Contrôle de l'or	Soutien des prix agricoles
Fin de la concurrence des prix 8		Oligopole
Fin de la liberté de travail 9	Corporation	A.F.L. — C.I.O
Importance croissante des secrets 10	Corporation	Milieu atomique
Interdépendance de l'économie 11	Krach des Scalis — 1327	
A son maximum 12		Ford 43 %
Foi et liberté sans menace 13	Plus de volontaires	Plus de volontaires
Perte de l'esprit de croisade 15	Armes-fer-bois	Armes-fer
Intérêts diversents 16	Philippe le Bel	
17	Perte de Saint-Jean d'Acre, 1291	
Vers biens improductifs 18	Chapelles (privées)	Collections (d'art)
19		
Résistance au changement 20	Style gothique	1 500 000 autos en moins
Perte de l'esprit record du monde 21	Saint-Urbain de Troyes	Lever House (N Y)
Prise de conscience esthétique 22	Murs blancs de Saint-Urbain	Thunderbird
Esprit gaulois moins accentué 23	Fin des communes	
24		
Dumping 28		2,8 % revenus
Remaniements monétaires 29	Dévaluations de Philippe le Bel	
L'inflation s'aggrave 30		
Puissance limitée 31		
Ressources naturelles limitées 32	Cours d'eau aménagés	Les mines s'épuisent
33		
Ressources naturelles limitées 34	Superficie des champs limitée	Réserves de pétrole limitées
35		
36		
37	Lois sur la noblesse	
Les classes se ferment 38	Grands-Petits bourgeois	Dupont-Rockfeller
39	Moins de nouveaux riches	Recherche de la puissance
Insurrection plus généralisée 40	Écoles laïques et universités	2 millions en 1949, 503 en 1956
Technique du foyer 41	Peinture de chevalet	Télévision
Centralisation 42	Fonctionnaires royaux	7 200 000 fonctionnaires
N'évolue plus 43		
Début d'épuisement des ressources 44	Sucre (du bois)	Du pétrole
Sclérose technique 45	D'avantage d'ornementation	Garnitures de luxe
Début de résistance aux innovations 46		Automation limitée
Survivance de vieilles techniques 47		
Perte du monopole technique 48		FRANCE 1885
	1337 (1277)	
Invasions 1	Guerre de Cent Ans	1870-1914-1970
Dumping du revenu national 2		
Vieillissement de la population 3	Guerres	Guerres
Terres en friches 4	Effondrement des prix agricoles	Dépeuplement des campagnes
Techniques agricoles périmées 5		Aucune mécanisation
Villages abandonnés dépeuplement des villes 6	Provins — Limoges	
Crise du capitalisme 7	Krach des Bardi et Peruzzi	Krach de 1930
Interversion des cours de matières 8	Étienne Marcel	
Résistances ouvrières 9	Compagnonnage	
Industries fermées 10	Cathédrales — secrets	Industriels
Interdépendance des économies 11	Angleterre — Italie	Crise de 1930
12		
13		
14		
Plus de croisades 15	Aide financière pour Byzance	Tchécoslovaque (abandonnée)
Incapacité (des organismes suprêmes) 16	Captivité d'Avignon	S.D.N
17		
Investissement insuffisant 18		
19		
Crise de l'ancien 20	Gothique flamboyant	
Recherches esthétiques 21		
Discussions esthétiques 22		
Archaïsme 23		
24		

Invasions
Diminution du revenu national
Vieillissement de la population
Terre en friche
Techniques agricoles périmées
Villages abandonnés
Crise capitaliste
Résistance ouvrière
Industries fermées
Interdépendance de l'économie
Plus de croisades
Investissements insuffisants
Culte de l'ancien
Recherche esthétique
Incivisme

Cependant, en 1956, quand je faisais ce graphique, je remarquais que dans des conditions exceptionnelles, une société vieillissante, comme la France, pouvait momentanément, arrêter la marche de l'histoire. La défaite de 1940, l'occupation allemande, la libération et le plan Marshall sont quelques-uns des événements qui contribuèrent à freiner le déclin. Dans la partie inférieure gauche du graphique se trouvent donc groupés quelques-uns des facteurs qui ralentissent la décroissance des courbes.

Augmentation sensible du revenu national
Augmentation sensible de la population
Agriculture modernisée
Réforme de l'enseignement
Industrialisation
Moins de résistance aux inventions
Esprit « record du monde »
Effort de décentralisation
Esprit collectif (sports)
Moins d'hostilité aux jeunes
Investissements

Le renouveau économique de la France et sa remarquable expansion industrielle ne furent vraiment reconnus par tous qu'après la publication en 1973, du rapport d'Herman Kahn sur *l'Envol de la France dans les années 80*.

L'industriel français d'aujourd'hui ressemble plus à l'industriel américain d'il y a vingt-cinq ans qu'à celui des années 1970. Il est plus dynamique et plus efficace. Inversement, l'Américain d'aujourd'hui est plus « civilisé » que le Français. On sait que la France est un des pays occidentaux qui dépense le moins pour la lecture publique. Le renouveau du dynamisme français a eu d'autres conséquences imprévisibles. Aujourd'hui les Français considèrent les Anglais comme les Anglais considéraient les Français avant 1940, avec une certaine condescendance, comme une nation malade et même décadente.

Le renouveau technologique ne signifie pas que la France ne va pas décliner. Elle est partie intégrante du monde occidental dont les États-Unis furent la dernière nation ascendante. La France n'évitera pas le déclin commun.

Avant de quitter les États-Unis en 1956, je tentais sans grande illusion d'attirer l'attention des autorités sur le retard que prenait la technologie américaine. J'allais à Washington et j'écrivis à la Fondation Ford. Mes initiatives furent évidemment ignorées, car à cette époque les États-Unis souffraient d'un complexe de supériorité. Il n'était pas encore question du « Comité de l'An 2000 » de Mr Herman Kahn ni d'un « Think Tank » créé pour prévoir l'avenir et proposer des solutions. Un an plus tard, en 1957, l'URSS lança son premier spoutnik et, quand les Américains furent remis de leur stupeur, ils prirent alors conscience du retard technologique de leur pays. Dans les *Bâtisseurs de cathédrales*, publié en 1958 et en Amérique en 1961, je poursuivis mon parallèle historique entre le Moyen Age et les États-Unis. Certaines de ces comparaisons déplurent, semble-t-il,

à l'éditeur américain qui n'osa pas censurer le texte, mais supprima un document important, la photographie de l'Empire State Building.

L'émergence de la contre-culture aux États-Unis dans les années 65 mina la confiance que les Américains avaient dans l'excellence de leur civilisation et ils eurent la révélation que leur société évoluait comme d'autres sociétés l'avaient fait antérieurement. Et, lorsqu'en 1972 je fus invité à diriger un séminaire à l'École d'architecture de l'université de Southern California (USC) à Los Angeles, les étudiants acceptèrent le plus naturellement du monde de faire des exposés sur le thème des parallèles historiques que je leur proposais :

— Les cathédrales et les « Freeways » de Los Angeles.
— Les cathédrales et les barrages.
— L'esprit « record du monde » au Moyen Age et aux États-Unis.
— Le gothique et le style international de Mies van der Rohe.
— Villard de Honnecourt et Frank Lloyd Wright, Le Corbusier, Wachsmann, Gropius, Nervi.
— Les pratiques restrictives dans l'industrie du bâtiment au Moyen Age et au XXe siècle aux États-Unis.

L'étudiant qui choisit le premier de ces thèmes termina son exposé en affirmant que comme les cathédrales, les « Freeways » de Los Angeles ne seraient jamais terminés. Et celui qui choisit les pratiques restrictives découvrit un étonnant parallèle entre les pratiques restrictives des plâtriers de Paris de la fin du XIIIe siècle avec celles des plâtriers américains des années 70. A l'occasion de ce voyage, je retrouvai mon graphique oublié dans un dossier depuis 16 ans. L'évolution que j'avais prévue était en cours : déclin des vertus civiques et de l'esprit de croisade, perception

accrue des valeurs esthétiques, croissance plus limitée du PNB, interdépendance accrue de l'économie, déclin des sources d'énergie, remaniements monétaires, aggravation de l'inflation, résistance à l'introduction de nouvelles techniques. Je fus alors à même de préciser la date d'entrée des États-Unis dans leur ère de vieillissement ou de déclin : 1971. Cette année-là, le Congrès avait refusé de voter des crédits pour le SST (l'avion supersonique — le Concorde américain). Ce vote antitechnologique représente un renversement complet de l'attitude des États-Unis vis-à-vis de la technique. Si nous plaçons en 1947 le début de l'époque précédente, l'ère de maturité de l'Amérique aura duré quelque vingt-cinq ans. L'âge d'or de Périclès, parfois évoqué pendant les années de Kennedy à la Maison Blanche, avait duré à peu près le même nombre d'années.

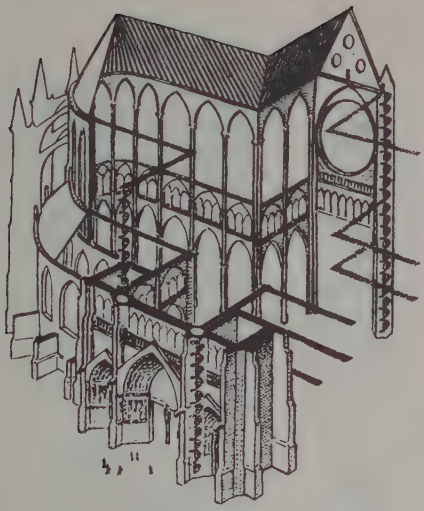
Dans l'histoire des sociétés, comme l'écrivait un historien américain, en 1954 : « On doit logiquement s'attendre à ce que l'apogée d'une civilisation coïncide avec une période de déclin économique. » Il ajoute que « plus, dans une civilisation donnée, l'homme emploiera d'énergie à réaliser des œuvres d'art, ou à s'en délecter, c'est-à-dire à vivre dans une ambiance de civilisation élevée, moins il pourra consacrer de cette énergie à l'augmentation de son bien-être matériel [1] ».

En 1971, quand l'Amérique entra dans son ère de déclin, elle découvrit tout à coup qu'elle perdait sa stabilité monétaire, sa liberté d'entreprise, sa supériorité technologique et son dynamisme. A cette date le dollar fut dévalué, les prix et salaires bloqués. *Newsweek* publiait, le 24 avril 1972, un article intitulé : « Les États-Unis sont-ils compétitifs? » Question pertinente, car « pratiquement tous les magnéto-

1. S. B. Clough, *Grandeur et décadence des Civilisations*, Payot, Paris, 1954, p. 13-14.

phones et tous les appareils de photo 35 mm, 70 % des postes de radio, 49 % des machines à coudre, 40 % de la verrerie et plus de 15 % des voitures vendues aux États-Unis viennent de l'étranger ». Depuis cette date, le nombre des voitures importées a encore augmenté et l'Amérique a perdu sa supériorité technologique dans l'industrie des textiles, de l'acier et de l'électronique. Sous le titre : « Trop de travailleurs américains s'en fichent complètement... » ce même numéro de *Newsweek* discute le déclin du dynamisme et cite un taux d'absentéisme de 20 %, le lundi et le vendredi, dans certaines usines d'automobiles. L'article reproduit un dessin montrant un cadre confortablement installé devant son poste de télévision. Sa femme, qui tient en main le récepteur du téléphone, lui dit : « Le bureau n'accepte pas ton ' malaise général ' pour excuser ton absence. »

S'il est vrai que d'autres puissances occidentales et le Japon aient quelque peu distancé certaines industries américaines, cela ne change rien au fait que la civilisation occidentale tout entière s'achemine vers la fin de son cycle historique. Peut-on écarter de leurs trajectoires les lignes de force du déclin? Une civilisation autrefois éminente peut-elle, sans adopter une idéologie fondamentalement différente, entrer dans un nouveau cycle historique? La réponse se trouve peut-être du côté de la Chine, dont le déclin a duré plusieurs siècles. En adoptant, en 1949, une nouvelle idéologie révolutionnaire, la Chine démontre, qu'elle pourra pour la seconde fois dans sa longue histoire, avoir accès à une période de croissance où le dynamisme et le développement technologique évolueront parallèlement. Si la Chine est au seuil d'un nouveau cycle qui pourrait durer plus de mille ans, notre civilisation occidentale est sur le point de clore un cycle millénaire.



Chronologie

VIe-VIIe-VIIIe-IXe siècles

526	Moulins flottants (sur le Tibre)	
VIIIe	Étrier (Europe)	
VIIIe	Fonte de cloches en bronze	
fin VIIIe	Assolement triennal	
v. 800	Collier d'épaule à armature rigide	1re représ.
816-834	Tour à aiguiser	1re représ.
v. 850	Système harmonique : organum ou diaphonie	
IXe	Introduction de l'archet	
IXe	Ferrure à clous (Europe)	
IXe-X^{e}	Extension des traits latéraux pour l'attelage en tandem	

Xe siècle

987-996	Moulin à bière	
X^{e}	Arbre à cames à usage industriel	
X^{e}	Charrue à avant train, coutre, soc et deux mancherons	1re représ.
X^{e}-XIIe	Arbalète à crochet	
X^{e}-XIIe	Perfectionnement du procédé de production de l'argent par fusion plombeuse d'un minerai cuprifère	

XIe siècle

1000-1010	Premier vol documenté	
v. 1030	Système des « neumes » inscrits sur portée de lignes horizontales parallèles pour indiquer le ton	
v. 1030	Système qui désigne les notes de la gamme : ut, ré, mi, fa, sol, la, si	
1040	Moulin à chanvre	
v. 1050	Fléau articulé	
1077-1082	Herse	1re représ.
1077-1082	Cheval dans l'agriculture	1re représ.
1086	Moulin à foulon	
XIe	Cheminée	
XIe-XIIe	Multiplication de dérivations pour la force motrice	

XIIe siècle

c. 1100	Alcool (60°) par distillation	
1120-25	Moulin à marées	
1138	Moulin à tan	
1147	Bois gravés pour lettres initiales ornées des manuscrits	
1180	Moulin à vent	
v. 1180	Attelage en file (avec collier d'épaule)	1re représ.
1195	Moulin à aiguiser	
1195	Boussole (1re mention en Europe)	
1197	Moulin à fer	
XIIe	Découverte de l'acide nitrique	
XIIe	Moulins sous les ponts	
XIIe	Barrages sur les rivières	
XIIe	Voûtes d'ogives	
XIIe	Arc-boutant	
XIIe	Escalier à vis	
XIIe	Laie à brettures	
XIIe	Pains de savon dur	
XIIe	Dissection d'animaux	
XIIe	Métier à tisser à deux lisses à pédale	
XIIe	Bricole	
XIIe	Fermes modèles (cisterciennes)	
XIIe	Amélioration chez les cisterciens de l'élevage des moutons par croisement	
XIIe	Concentrations de machines hydrauliques dans une usine cistercienne	
XIIe	Rosace	
fin XIIe	Mécanisme de moulin avec roue en dessus	1re représ.

XIIe-XIIIe	Combles à fermettes	
XIIe-XVe	Pavage : volume des dalles carrées progressivement réduit	

XIIIe siècle

début XIIIe	Aiguille de carde métallique	
v. 1204	Boutons	
v. 1240	Tour à poulie et à deux pédales	1re représ.
v. 1240	Scie hydraulique avec avance automatique de la pièce à scier	1re représ.
v. 1240	Scie à receper les pieux sous l'eau	1re représ.
v. 1240	Vérin	1re représ.
v. 1240	Essai d'échappement pour automates	1re représ.
v. 1240	Chauffe-mains dont le porte-braise est suspendu à un cardan	1re représ.
v. 1250	Gouvernail d'étambot (Europe)	1re représ.
milieu XIIIe	Brouette (Europe)	1re représ.
milieu XIIIe	Métier à tisser horizontal à 2 ouvriers	
milieu XIIIe	Tour à perche	1re représ.
1251	Moulin à moutarde	
1269	Projet de perpetuum mobile magnétique	
1269	Boussole avec une échelle de référence divisée en 360°	1re représ.
1269	Portes à clapet fermées automatiquement par le flux de la mer	
1272	Moulin à retordre la soie	
1276	Moulin à papier	
1285	Écluse à sas ou à double porte	
v. 1286	Lunettes à lentilles convergentes pour presbyte	
1289	Impression à la planche	
1290	Calcul de la latitude de Paris	
XIIIe	Charrue à patin et à un seul mancheron	1re représ.
XIIIe	Diffusion du rouet à filer	
XIIIe	Arbalestrille pour prendre la hauteur d'une étoile	
XIIIe	Portulans	
XIIIe	Emploi du charbon dans l'industrie	
XIIIe	Emploi du verre dans l'appareillage scientifique	
XIIIe	Palonnier	
XIIIe	Chaînage de fer pour renforcer les murs	
XIIIe	Introduction de la broie	
XIIIe	Perfectionnement du quadrant	

XIIIe	Arbalète à tour (deux manivelles et un crochet)	
fin XIIIe	Charrue tourne-oreille à versoir mobile et à soc symétrique	1re représ.
fin XIIIe	Miroir de verre	
fin XIIIe	Mécanisme d'horloge avec poids et roues	
XIIIe-XVe	Arbalète à pied de biche	

XIVe siècle

1311	Carte avec projection plate carrée et rose des vents à 32 divisions	
v. 1315	Boussole portative avec couvercle en verre	
v. 1320	Ourdissage sur cadre en bois pour tissage des draps	1re représ.
1321	Moulin à mortier	
1323	Soufflets hydrauliques	
1327	Canon	1re représ.
v. 1330	Rectangulus compliqué pour mesurer et comparer les hauteurs	
v. 1330	Équatorium perfectionné pour montrer la position des planètes	
1335	Ponts pré-fabriqués et articulés	1re représ.
1341	Boulets de canons en fer	
1347	Tour à bois	
1348	Moulin à pastel	
1351	Énergie hydraulique pour étirage de fil d'acier	
1370	Aiguille en fer	
v. 1380	Rouet à pédales à ailettes	
v. 1380	Découverte de la fonte (Europe)	
1390	Moulin à vent à toit tournant	
1396	Avant-train mobile	
XIVe	Hauts fourneaux	
XIVe	Sabliers	
XIVe	Cadran d'horloges	
XIVe	Verre à couronne	
XIVe	Fourchettes	
XIVe	Instruments à cordes munis d'un clavier fixe	

XVe siècle

1405	Couleuvrine — 1re arme à feu portative	1re représ.
1412	Dissection de cadavres	1re représ.
début XVe	Pompe aspirante et foulante	1re représ.
—	Fuseau à ailettes	
—	Emploi de la poudre pour miner un château	1re représ.
—	Planche à peigne, fixé au pied	
—	Appareil de distillation en verre	
v. 1430	Caravelle	
—	Canon avec hausse	1re représ.
—	Machine à forer les tuyaux de bois	1re représ.
—	Machine à aléser les canons	1re représ.
—	Machine à polir les pierres précieuses	1re représ.
—	Système bielle-manivelle	1re représ.
v. 1445	Caractères d'imprimerie mobiles	

Index

Abélard, Pierre (et Héloïse), 162-164.
Alimentation, 71-76.
Assolement triennal, 60-63.
Averroès, 166, 171, 188, 190.
Avicenne, 166, 171.

Bacon, Roger, 140, 173, 176, 178-184, 186-188, 218.
Ball, John, 208-209.
Bath, Adélard de, 165-166.
Bâtiment (ouvriers du), 104-112.
Boileau, Étienne, 92.
Bonneuil, Étienne de, 122.
Brakelond, Jocelin de, 30-31.

Carrières, 33-37.
Charbon (et mines de), 84-86, 88.
Charrue, 61-62.
Chartres, Bernard de, 141.
Chelles, Jean, 116.
Cheval (et attelage), 52-57, 62.
Cisterciens, 65-69, 119, 220.
Clairvaux (abbaye de), 10-11, 42.
Colomb, Christophe, 186-187.
Conches, Guillaume de, 168-169, 171.
Crémone, Gérard de, 165-166.
Croissance démographique, 76-78, 200-203.

Dondi, Giovanni di et Jacopo di, 142, 144-145, 148-157, 159, 161, 221.

Famines, 195-197, 201.
Fer, 36-40, 42, 79.
Forêts (bois), 79, 81-83.
Froissart, Jean, 159, 208.

Grossetête, Robert, 58, 164, 172-176, 178-179, 181-182, 184.
Guerre de Cent Ans, 217-219, 223.

Hauser, Arnold, 103.
Henley, Walter de, 57-59, 62-64, 162.
Héron d'Alexandrie, 18, 128, 166.

Kyeser, Konrad, 222-223.

Laine (la), 64-66, 101-102.
Lefebvre des Noëttes, 53, 55.

Maricourt, Pierre de, 124-125, 139, 182-186.
Mines (et mineurs), 42-46, 48-49, 93-99.
Monnaie (et dévaluation), 210-216.
Morley, Daniel de, 167-168.
Moulins, 9-16, 18-19, 26-30, 40-41, 131, 219.

Orbais, Jean d', 116, 119.

Peste noire, 198-201, 204-205.

Robert l'Anglais, 144-145.

Salimbene de Adam, 70-71.
Saint Benoît, 66, 68-69.
Saint Bernard, 10, 66, 164.
Saint-Georges, James de, 114-115.
Samson (abbé), 30.
Siger de Brabant, 190.
Suétone, 14-15.
Suger, 80-81.
Su Song (horloge de), 142, 156.

Taccola, Il. Jacopo Mariano, dit, 222.
Textile (et ouvriers du), 99-104.
Tournai, Gilbert de, 141.

Valturio, Robert, 137, 222.
Villard de Honnecourt, 82, 113, 118-141, 162, 226.
Vinci, Léonard de, 8, 137-140, 155, 223.
Vitruve, 13, 118, 129, 132, 137, 139.

Wallingford, Richard, 146-148, 209, 221.
Wat Tyler, 209.

Table

	Préface	I
	Introduction	5
1.	Les ressources énergétiques de l'Europe	9
2.	L'exploitation des richesses minières	33
3.	La révolution agricole	49
4.	Environnement et pollution	79
5.	La condition des travailleurs	93
6.	Villard de Honnecourt, architecte et ingénieur	113
7.	La révolution silencieuse : l'horloge mécanique	141
8.	L'invention intellectuelle	161
9.	Le poids des malheurs (1300-1450)	189
	Bref essai sur les cycles de civilisation	225
	Chronologie	245
	Index	250

COMPOSITION : FIRMIN-DIDOT AU MESNIL
IMPRESSION : MAURY-EUROLIVRES À MANCHECOURT (04-2002)
DÉPÔT LÉGAL : AVRIL 2002 – N° 54151 – 02/04/93223

HISTOIRE

La révolution industrielle du Moyen Age

Pour nos contemporains, la révolution industrielle est située en Angleterre au XVIIIe siècle. En fait, Jean Gimpel nous démontre qu'elle plonge ses racines au Moyen Age qui avait déjà révolutionné le monde du travail par le renouvellement des sources d'énergie et par l'invention technologique.

C'est un autre Moyen Age qui nous est ici conté – ni celui des croisades ni celui des troubadours – un Moyen Age inattendu et longtemps inconnu.

Une époque que Jean Gimpel n'hésite pas à comparer à la nôtre. Audacieux parallèle ou surprenante actualité ?

Jean Gimpel (1918-1996)

Historien des techniques et auteur de nombreux ouvrages consacrés en particulier au Moyen Age, il réunit dans sa culture les arts et les sciences. Convaincu du rôle actif que peut jouer l'historien, il travaille à inscrire l'avenir de notre société dans l'histoire des civilisations.

Préface inédite de Nicolas Reveyron, professeur d'archéologie médiévale à l'université de Lyon II.

7€50

9 782020 541510

www.seuil.com

Astrolabe : visée de la profondeur d'un puits
Louvre DAG - Photo RMN - J.G. Berizzi

Seuil, 27 r. Jacob, Paris 6
ISBN 2.02.054151.3 / Imp. en France 4.02

cat. 11